
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

GoogleTM books

<https://books.google.com>





A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

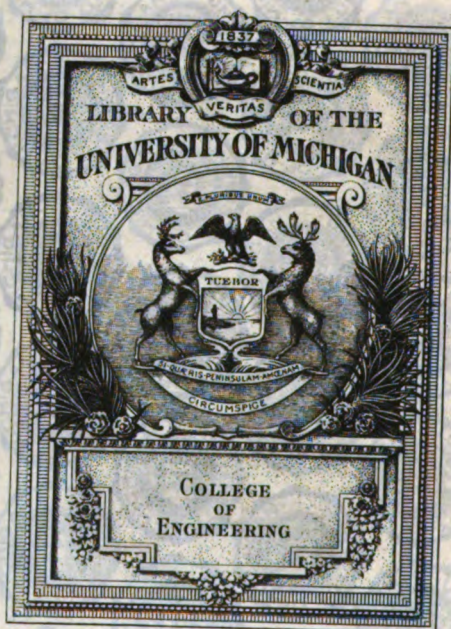
Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>

B 384036 DUPL





~~HE~~
~~HE~~
✓ HE
6005
.A61

**ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES
ET TÉLÉPHONES.**

ANNALES des POSTES, TÉLÉGRAPHES et TÉLÉPHONES.

REVUE MENSUELLE PUBLIÉE PAR LES SOINS
D'UNE COMMISSION NOMMÉE PAR LE MINISTRE
DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES.

XVII^e ANNÉE.

PARIS,
LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE,
3, RUE THÉNARD.
1928.

Engineering
17
112.

L'ADAPTATION DU RÉSEAU FRANÇAIS AU SERVICE TÉLÉPHONIQUE UNIVERSEL,

Par H. MILON,
directeur de l'Exploitation téléphonique.

On dit que le service téléphonique est universel quand il permet l'échange de conversations entre deux postes téléphoniques quelconques, quels que soient la distance et le nombre d'intermédiaires qui les séparent. Un jour viendra, sans doute, où le service universel pourra être étendu à toute la superficie du globe terrestre, avec ou sans l'intermédiaire des ondes hertziennes. Mais il faut évidemment en étudier tout d'abord la réalisation entre postes d'un même pays. Si ce problème a déjà été résolu pour des pays moins étendus que la France ou mieux dotés en liaisons téléphoniques, il ne l'est pas encore chez nous, et il faut commencer par étudier les raisons pour lesquelles il n'a pu l'être.

Difficultés rencontrées pour l'établissement du service universel. — I. La *distance* était un obstacle à peu près insurmontable (tout au moins sans dépenses hors de proportion avec le but à atteindre et les recettes à espérer) avant l'invention des amplificateurs téléphoniques. En effet, deux postes quelconques du territoire national peuvent être séparés par une distance qui, en suivant le tracé des circuits téléphoniques obligatoirement empruntés, dépasse dans de très nombreux cas 1.000 kilomètres, et peut atteindre près de 2.000. Pour rendre possible l'échange de conversations dans des conditions satisfaisantes entre deux postes quelconques, sans interposition de relais téléphoniques, il eût fallu que tous les conducteurs empruntés, et même les lignes d'abonnés d'une certaine longueur, fussent de gros diamètre, ce qui est évidemment incompatible avec une exploitation économique. La généralisation de l'emploi des amplificateurs à lampe

triode permet, jusqu'à des distances bien supérieures à celles qui peuvent se rencontrer sur le territoire français, de réduire le diamètre des conducteurs nécessaires. On peut donc actuellement considérer l'obstacle de la distance, envisagé en lui seul, comme pratiquement supprimé.

II. Le *nombre des bureaux intermédiaires* qui doivent intervenir dans l'établissement de la communication impose encore, à l'heure actuelle, une limite pratique à la possibilité de liaison entre deux postes quelconques. Quand ce nombre s'accroît, on constate en effet : 1° une diminution de l'audition, due à l'affaiblissement propre introduit dans la communication par les organes et câblages intérieurs des bureaux ; 2° une perte de temps de plus en plus grande produite par le blocage des circuits de catégorie inférieure en attendant la libération du circuit directeur ; cette perte de temps, et surtout la perte de recettes corrélative pour l'administration, est d'autant plus grande que les circuits utilisés sont plus encombrés ; 3° des retards et des difficultés dans l'établissement, et des risques de défectuosité croissants, dus au grand nombre d'opératrices qui doivent intervenir, à leurs rentrées en ligne, à leurs fausses manœuvres possibles, etc...

On ne peut évidemment fixer de limite théorique au nombre de bureaux qui doivent intervenir, puisque les inconvénients de leur multiplication dépendent en grande partie de l'encombrement des circuits qui les réunissent et de l'habileté des opératrices qui les desservent ; mais en pratique on peut admettre qu'au delà de cinq ou six intermédiaires une communication est rarement satisfaisante pour les abonnés, tout en étant (sauf aux heures de trafic réduit), la source d'un déficit certain pour l'administration. Or le plan actuel du réseau français oblige à recourir à plus de six intermédiaires pour l'établissement de la plupart des relations à grande distance, entre petits bureaux éloignés de centres importants.

III. Dans tous les cas où l'on est en deça, mais assez près, des limites imposées par les considérations ci-dessus, la communication n'est satisfaisante que si les postes d'abonnés ont des *qualités auditives normales* (puissance et netteté) et si leurs lignes sont en bon état d'entretien. Or, jusqu'à ces dernières années, les postes

téléphoniques des grandes villes, qui étaient la propriété des abonnés, pouvaient être d'un grand nombre de modèles différents; aucune mesure précise sur leurs qualités auditives, aucun essai de téléphonométrie n'avait marqué leur admission, et il était pratiquement très difficile d'en imposer le remplacement. Dans les localités de moindre importance, les postes sont depuis longtemps la propriété de l'administration; mais leur remplacement et surtout celui de leurs piles microphoniques, quand il s'agit de réseaux à batterie locale, n'est pas toujours assuré en temps utile, soit faute de crédits, soit faute de personnel, et surtout faute d'une organisation rationnelle de la surveillance des qualités auditives du réseau. Enfin tous les réseaux urbains français, sauf Paris et le centre de Lyon, sont aériens ou aéro-souterrains, c'est-à-dire que les lignes d'abonnés comportent une partie plus ou moins longue en fil nu, dont l'entretien est assez difficile, surtout dans les localités où abondent les jardins, les arbres le long des routes, etc... Lorsqu'on se promène dans certaines parties de la campagne française, en Normandie, par exemple, ou dans la banlieue de Paris, et qu'on voit les lignes téléphoniques littéralement enfouies dans la verdure, ou encombrées de brindilles de bois mort, de queues de cerfs-volants, etc..., on comprend qu'il soit difficile d'assurer, aux abonnés de tels réseaux, de bonnes communications téléphoniques à grande distance.

Conditions préalables exigées. — Il fallait donc, avant que l'administration ne pût songer à admettre le service universel sur son propre territoire, que les conditions suivantes fussent remplies, indépendamment de la nécessité évidente, et permanente, d'un bon entretien du réseau :

A. Un certain nombre de *types administratifs de postes d'abonnés*, répondant d'une part aux diverses exigences de la clientèle et des services d'exploitation et d'entretien, et d'autre part aux progrès les plus récents de la technique téléphonique, devaient être étudiés et mis au point. Ces types créés, il fallait assurer la conformité avec eux des dizaines de milliers de postes livrés chaque année par les constructeurs à l'administration et à la clientèle : pour cela

il fallait définir quantitativement les conditions à remplir, les écarts à tolérer, créer les appareils de mesure nécessaires et former le personnel qui devait les utiliser. Enfin il fallait prendre les mesures d'ordre administratif et budgétaire propres à assurer la généralisation rapide de l'emploi de ces appareils nouveaux dès que les constructeurs seraient en état de les produire en grande quantité, et le retrait des appareils anciens de qualité insuffisante.

Tous les lecteurs des *Annales* connaissent les difficultés de tout ordre qui ont retardé jusqu'à ces dernières années l'unification des types d'appareils d'abonnés. Je veux simplement noter ici que le dernier type administratif d'appareil à batterie centrale, le type de 1924, étudié spécialement en vue de son adaptation aux systèmes automatiques, et qui marquait un progrès considérable sur ses devanciers au point de vue des qualités auditives, n'avait, en ce qui concerne le combiné à main, jamais été fabriqué en grande série, et n'avait pas fait l'objet d'une longue expérience en usage courant, au moment où il a été présenté au concours. Il en est résulté d'assez longs tâtonnements dans la mise au point définitive, de sorte qu'il commence seulement à se répandre dans le public. Son utilisation dans le réseau du Havre, le premier qui ait été équipé entièrement avec des appareils de ce type, a d'ailleurs montré la nécessité de quelques modifications dans les caractéristiques de la capsule microphonique.

B. Les types de poste d'abonné ayant été mis au point et pouvant faire l'objet de mesures précises d'efficacité sous les divers modes d'alimentation existants, il devenait possible de *définir un minimum de qualité de transmission* à obtenir dans l'établissement d'une communication entre deux abonnés quelconques, et d'en déduire les caractéristiques électriques minima des lignes à utiliser et l'emplacement des postes d'amplification à installer. Ces questions seront examinées plus longuement un peu plus loin.

C. Il fallait enfin s'efforcer, d'une part de réduire l'encombrement presque permanent, aux heures de trafic intense, des grands circuits, et d'autre part de diminuer le nombre des bureaux intermédiaires en créant des circuits directs : il fallait donc procéder à l'*extension indispensable du réseau interurbain*, dont l'insuffisance,

déjà reconnue en 1914, s'était révélée d'une manière bien plus criante encore lors de l'essor économique consécutif à la guerre.

Mais la création de nouveaux circuits est toujours subordonnée à l'existence prévue d'un trafic suffisamment rémunérateur à écouler. Il y avait donc de très nombreux cas où le nombre de bureaux intermédiaires serait resté trop élevé en tout état de cause. Heureusement, les études de l'administration sur les systèmes automatiques ruraux lui ont montré, comme nous le verrons plus loin, la possibilité de réduire non pas le nombre de circuits ou de bureaux intermédiaires, mais les pertes de temps et d'efficacité causées par leur intervention.

De plus, l'adoption des *systèmes automatiques ruraux* permet d'augmenter, pour les petits bureaux, la durée d'ouverture du service téléphonique, précisément aux heures où, en raison de la baisse du trafic entre grands centres financiers, commerciaux et industriels, les communications à grande distance deviennent plus faciles et plus rapides.

Toutes ces questions n'ont évidemment pas été étudiées par l'administration dans le seul but de réaliser le service universel : elles font partie du programme général d'amélioration dont l'exécution se poursuit méthodiquement depuis que le parlement a approuvé, en 1923, le principe des projets de 1921, c'est-à-dire, en même temps que la réforme financière de l'administration, l'établissement d'un programme rationnel de grands travaux, et l'échelonnement régulier des crédits nécessaires.

Détermination des limites d'équivalents de transmission.

— La qualité d'une communication téléphonique dépend d'un certain nombre de facteurs, dont les principaux sont : la puissance ou sensibilité des appareils transmetteur et récepteur, l'absorption d'énergie dans les lignes et les appareils interposés, les bruits parasites causés par des courants étrangers (généralement induits de circuits voisins), enfin la netteté de la reproduction de la parole. Ce dernier facteur ne dépend généralement que des qualités des appareils transmetteur et récepteur, sauf lorsque la communication emprunte de longues lignes en câbles, où

les phénomènes de distorsion et d'écho influent sur la netteté.

Les mesures de bruits parasites et de netteté peuvent se faire au moyen d'expériences directes, dont les résultats se traduisent facilement en valeurs concrètes. Quant à l'efficacité des appareils transmetteur et récepteur et à l'absorption dans les lignes, elles se mesurent par comparaison avec un circuit de référence, dans lequel on introduit des lignes artificielles, graduées en unités de transmission ⁽¹⁾, jusqu'à reproduire le même volume de son que celui que l'on constate sur le circuit qui fait l'objet de la mesure.

Si l'on fait donc abstraction de la netteté et de l'intensité des parasites, la qualité d'une communication peut s'évaluer au moyen d'un seul nombre, appelé *l'équivalent de transmission du circuit complet* sur lequel s'échange cette communication, *appareils d'abonnés compris*, et qui représente le nombre d'unités de ligne artificielle qu'il faut introduire dans le circuit de référence. Il est d'ailleurs intéressant de noter que, dans les réseaux à batterie centrale, la résistance de la ligne d'abonné influe à la fois sur l'absorption d'énergie en ligne et sur l'efficacité du microphone et même du récepteur s'il est électromagnétique : c'est donc une raison de plus pour mesurer l'une et l'autre en même temps et pour les définir par la même unité.

L'équivalent total de transmission que le Comité consultatif international a reconnu désirable de ne pas dépasser dans une communication internationale est de 3,3. En réalité, des communications peuvent être jugées satisfaisantes avec un équivalent de transmission sensiblement supérieur, si les autres facteurs (netteté et absence de parasites) ont des valeurs favorables ; mais ces derniers dépendent surtout du bon état d'entretien des lignes et des appareils, et il est donc nécessaire de se réserver, dans la constitution du réseau, une certaine marge pour tenir compte des imperfections inévitables dans son entretien.

Nous devons donc nous inspirer de la règle suivante : de bonnes

1. Pour la définition de l'unité de transmission et de l'équivalent de transmission, voy. les *Comptes rendus du Comité consultatif international des communications téléphoniques à grande distance*, Livre Blanc, p. 50 et 51.

communications ne peuvent être échangées, de façon courante, entre deux postes d'abonnés, que si l'équivalent total de transmission du circuit qui les réunit ne dépasse pas 3,3; ou, en d'autres termes, que si l'intensité du son perçue dans le récepteur de chacun d'eux, lorsqu'ils sont en position de conversation, n'est pas inférieure à celle que l'on perçoit dans le récepteur du circuit de référence quand la ligne artificielle intercalée représente 3,3 nepers. Ce circuit de référence, qui sera ultérieurement défini par identité avec un circuit étalon déposé au Conservatoire national des arts et métiers par les soins du Comité consultatif international, est provisoirement constitué en France par deux appareils « solid back » étalons du service de téléphonométrie, montés d'après le schéma de la « Western Electric Cy » et alimentés chacun sous 24 volts par l'intermédiaire d'un translateur de 23-23 ohms et d'une résistance ohmique de 300 ohms.

Il est essentiel de rappeler que, dans le cas présent, on compare l'ensemble appareils-ligne. Si, dans le circuit qui fait l'objet de la mesure, le microphone a une sensibilité telle, ou est alimenté par son bureau central de telle façon, que l'énergie produite aux bornes du translateur (ou de l'organe qui en tient lieu au bureau central) soit supérieure à celle qui est produite aux bornes du translateur du circuit de référence, nous aurons, pour l'ensemble appareil-ligne d'abonné, un équivalent de transmission négatif, ce qui se traduira comme il suit : telle partie du circuit est de tant d'unités de transmission (par exemple 0,5) meilleure que l'étalon. Dans ce cas, le reste du circuit, c'est-à-dire l'ensemble des lignes reliant les bureaux centraux des deux abonnés (si l'on suppose qu'à la réception l'ensemble ligne d'abonné-poste est équivalent au circuit étalon) pourra bénéficier de cet excédent d'énergie, et par conséquent pourra présenter un équivalent de transmission de 3,8 sans sortir des limites admises.

Comment, de cette règle, pourra-t-on déduire les caractéristiques des lignes à utiliser, tant pour les réseaux d'abonnés que pour les circuits interurbains ? Le problème admet, théoriquement, une infinité de solutions, puisqu'on dispose de plusieurs variables et qu'il ne faut satisfaire qu'à une seule condition. Il

conviendra donc de chercher la plus économique, c'est-à-dire la répartition des diamètres entre lignes d'abonné et lignes interurbaines qui donne le poids total de cuivre minimum. Evidemment la solution d'un tel problème, pour l'ensemble d'un grand réseau comme le réseau français, ne peut qu'être très approximative et résulter de l'étude d'un grand nombre de cas particuliers. On peut heureusement la simplifier en admettant, comme résultant de l'expérience, quelques règles préalables, et en particulier la suivante : La limite maximum de l'équivalent de transmission que l'on doit imposer aux grands circuits ne peut guère, dans la pratique, descendre au-dessous de 1,3. Il est possible d'obtenir des valeurs meilleures, par exemple dans le cas des circuits en câble à quatre fils, mais il serait beaucoup plus difficile de les obtenir et surtout de les maintenir dans le cas de longs circuits aériens ou mixtes. Ce chiffre de 1,3 doit comprendre l'équipement terminal du circuit, dispositifs de combinaison ou d'appropriation compris.

Si donc nous prenons tout d'abord le cas d'une communication comprenant un seul grand circuit, relié de part et d'autre à la ligne de chaque abonné par des lignes auxiliaires ou de petits circuits, nous pourrions disposer, de chaque côté, d'un équivalent de transmission de $\frac{3,3 - 1,3}{2} = 1$, à répartir entre le poste d'abonné (tel qu'il est alimenté pour une conversation interurbaine), la ligne d'abonné, les lignes auxiliaires ou petits circuits et les bureaux intercalés.

Nous pouvons donc déduire de là une première règle : *Lorsqu'un réseau ou un ensemble de réseaux comporte un bureau central interurbain unique ou principal, par lequel passent toutes les communications à grande distance, l'équivalent total de transmission entre un poste d'abonné quelconque, compte tenu de son alimentation, et le bureau central interurbain, ne doit pas dépasser 1, y compris l'affaiblissement apporté par les différents bureaux intercalés et le bureau central interurbain lui-même jusqu'aux bornes extérieures de l'équipement terminal du grand circuit.*

Lorsque plusieurs grands circuits doivent intervenir, il est, la plupart du temps, nécessaire d'intercaler des relais amplifica-

teurs, du type « amplificateur sur cordon ». Mais on ne peut songer à en installer dans tous les bureaux susceptibles de donner des communications en transit, non seulement en raison de leur prix élevé et des difficultés d'entretien d'un matériel délicat ainsi disséminé, mais aussi parce que de tels relais ne peuvent avantageusement être utilisés que lorsqu'ils sont intercalés entre deux circuits d'assez grande longueur (150 à 200 kilomètres au moins); sur un circuit plus court, les variations d'impédance des appareils ou lignes connectés à l'autre extrémité se font sentir trop vivement et causeraient soit une diminution de la netteté de la communication soit même l'amorçage d'oscillations qui font « chanter » le relais.

Si donc nous suivons une communication entre abonnés de deux petits bureaux éloignés l'un de l'autre, nous trouverons généralement, en partant de l'un quelconque d'entre eux, une série de bureaux et de circuits d'importance croissante, avant d'arriver à un bureau où il soit possible et avantageux d'intercaler un amplificateur sur cordon. Nous donnerons à un tel bureau le nom de *centre de transit*. Quant au bureau immédiatement précédent, qui est donc celui d'où part le premier grand circuit utilisé, nous l'appellerons *centre de distribution*. C'est en effet à partir de ce centre que divergent les circuits ou lignes auxiliaires d'une longueur trop faible pour pouvoir être connectés utilement à un amplificateur sur cordon.

Nous aurons donc, de chaque côté, un centre de distribution, relié à l'abonné par l'intermédiaire d'un ou plusieurs bureaux de moindre importance, et entre ces deux centres de distribution un ou plusieurs centres de transit, où pourront être installés des amplificateurs. Si chacun des circuits empruntés entre les deux centres de distribution satisfait à la règle énoncée plus haut qui limite son équivalent de transmission à 1,3 au maximum, il sera généralement possible, si l'homogénéité de leur construction permet de tirer des amplificateurs le meilleur parti possible, de ne pas dépasser au total, entre les deux centres de distribution, la même valeur de 1,3. C'est en effet une loi assez bien vérifiée par l'expérience qu'entre deux circuits en bon état et de construction homogène le gain obtenu par l'intercalation d'un amplificateur est sen-

siblement égal au plus faible des deux équivalents de transmission.

Il suffira donc qu'entre un abonné quelconque et le centre de distribution l'équivalent total de transmission ne dépasse pas 1, pour que le problème puisse être résolu.

Nous arrivons ainsi, pour l'organisation du réseau national, et en nous plaçant uniquement au point de vue de la qualité de la transmission, à la conception suivante :

A) Le territoire doit être divisé en zones comportant chacune un centre de distribution, et d'étendue suffisamment réduite pour qu'entre le centre et un poste d'abonné quelconque de la zone l'équivalent total de transmission, défini comme plus haut, ne dépasse pas 1. Lorsqu'un même réseau local est relié directement ou indirectement à plusieurs centres de distribution, il ne peut utiliser, pour les communications à grande distance, que le ou les centres avec lesquels la condition précédente est remplie.

B) Chaque centre de distribution doit être relié à un ou plusieurs centres de transit, lui permettant d'atteindre tous les autres centres de distribution avec un équivalent total de transmission égal ou inférieur à 1,3.

Si l'on essaye d'appliquer ces règles au réseau français, on constate que la zone d'un centre de distribution correspond assez bien, en étendue, à un petit département, sauf dans les régions où la proportion de lignes en câble souterrain est élevée, à cause de l'affaiblissement beaucoup plus grand de ce type de ligne. Mais ces régions sont précisément des régions à grande densité téléphonique, où il est plus facile de multiplier le nombre des centres de distribution. Ainsi un département comme le Nord, par exemple, devrait probablement comporter au moins trois ou quatre centres de distribution.

Les études qu'a entreprises la direction de l'Exploitation téléphonique, études qui devaient rappeler, le, être précédées de la détermination de l'efficacité de l'appareil d'abonné en fonction de son alimentation portent donc sur les points suivants :

1° Répartition des centres de distribution ;

2° Détermination des diamètres à donner aux conducteurs des lignes d'abonné :

3° Opportunité de l'emploi, pour les circuits ou lignes auxiliaires intercalés entre le bureau local de l'abonné et le centre de distribution, de lignes chargées (pupinisées ou krarupisées) ;

4° Détermination des centres de transit à munir d'amplificateurs sur cordons.

Les trois premiers points doivent être étudiés conjointement, la condition à remplir étant l'équivalent total de transmission au plus égal à 1 entre le poste d'abonné et le centre de distribution inclusivement. Leur étude est donc assez complexe, et ne pourra être terminée qu'avec le concours des services régionaux.

Quant au quatrième point, son étude ne présenterait aucune difficulté, si des considérations d'exploitation ne conduisaient souvent à préférer, pour l'acheminement des communications entre deux centres de distribution, une voie moins encombrée à une autre qui eût été plus indiquée au seul point de vue technique.

Jusqu'à présent, les voies les plus encombrées étaient généralement celles qui reliaient les centres de distribution (centres départementaux, en pratique) à Paris et aux grandes villes, Lyon, Bordeaux etc..., ce qui conduisait à rechercher de préférence des voies détournées pour l'acheminement des communications de grand transit. Mais il devenait alors bien difficile de trouver, entre deux centres départementaux éloignés, un centre ayant avec chacun d'eux un trafic suffisant pour justifier un circuit direct, et il fallait recourir à deux et parfois trois centres de transit intermédiaires. Si l'on élimine Paris comme centre de transit possible entre Saint-Brieuc et Valence, par exemple, il faut recourir à l'intermédiaire de Nantes, Bourges et Lyon, ce qui ne permet plus d'autoriser l'établissement des communications entre tous les réseaux des deux départements intéressés.

D'autre part, il ne faut pas oublier que la construction d'un circuit et surtout d'un grand circuit ne peut se justifier que si le trafic, existant ou prévu, qu'il doit acheminer est suffisamment rémunérateur. Il ne saurait être question, pour reprendre l'exemple précédent, de construire un circuit Saint-Brieuc—Lyon dans le seul but de permettre l'établissement des relations entre le département des Côtes-du-Nord et la région du sud-est, si ce circuit

doit rester pendant de longues années insuffisamment productif.

Heureusement, l'établissement d'un réseau de câbles à grande capacité rayonnant autour de Paris est venu modifier cet aspect de la question. Lorsque ce réseau sera achevé, presque tous les centres départementaux et autres centres de distribution éventuels seront réunis directement à Paris par des circuits peu encombrés, et l'établissement de communications en transit par Paris pourra être envisagé sans réserve. L'administration se préoccupe d'ailleurs de l'installation, au poste central interurbain de Paris, d'un système d'interconnexion par amplificateurs, répondant à ces besoins futurs.

Adoption du téléphone automatique dans les réseaux ruraux. — Il reste à voir maintenant comment il est possible de réduire le nombre de bureaux intermédiaires, en dehors de la constitution de nouveaux circuits directs, toujours subordonnée à l'importance du trafic prévu. Notons tout d'abord que ce qui importe, plus encore que le nombre de bureaux, c'est le nombre d'opératrices appelées à intervenir pour l'établissement de la communication ; ces deux nombres peuvent en effet différer, si dans chaque bureau de transit deux téléphonistes différentes doivent intervenir. Une amélioration importante a été apportée, dans cet ordre d'idées, par l'installation de clefs et de lignes multipliées de renvoi, installation réalisée pour la première fois au central interurbain de Paris en 1913, et généralisée depuis dans tous les nouveaux multiples ; leur utilisation, facilitée par une signalisation aussi complète que possible, permet à une seule et même téléphoniste d'établir et de surveiller une communication de transit. Le même résultat reste encore à obtenir quand un amplificateur sur cordon doit être employé : le problème a été posé récemment aux ingénieurs de la direction des Services téléphoniques de Paris et de la direction régionale de Lyon, et les solutions proposées se présentent comme tout à fait satisfaisantes.

Le nombre d'opératrices appelées à intervenir dans l'établissement et la surveillance de la communication étant ainsi réduit à une par bureau, il reste maintenant à tenter de diminuer le nombre

des bureaux eux-mêmes. Mais, si l'on ne veut pas construire de nouveaux circuits, le nombre de bureaux appelés à intervenir reste intangible ; on ne peut donc que chercher à supprimer ou à réduire les pertes de temps causées par les réponses tardives des opératrices aux appels (surtout dans les petits bureaux, dont le personnel a généralement des besognes diverses à assurer), les pertes d'audition causées par les dérivations multiples de postes d'opératrices, etc...

Ces résultats peuvent être obtenus par la suppression, dans les petits bureaux, de l'intermédiaire humain, et son remplacement par un commutateur automatique.

Or une des principales caractéristiques du réseau français est sa grande dissémination : il comprend un très grand nombre de petits réseaux locaux, comptant de deux (ou même d'un) à dix ou vingt abonnés, réunis entre eux par des circuits ne dépassant pas 10 à 15 kilomètres de longueur et n'écoulant généralement qu'un petit nombre de communications. L'installation d'un commutateur automatique dans ces petits réseaux n'entraîne aucune économie d'exploitation, et il est même nécessaire, pour qu'elle ne se traduise pas par un sensible accroissement des dépenses annuelles, qu'ils soient d'un type particulièrement simple et robuste, réalisant au minimum les frais d'entretien ; *a fortiori* leur fonctionnement ne peut-il exiger la création de circuits nouveaux, et doivent-ils s'adapter exactement au plan du réseau préexistant. Le coût relativement élevé de leur installation ne peut donc se justifier que par l'accroissement des facilités offertes à la clientèle (permanence du service et possibilité d'extension des relations autorisées), permettant ainsi un relèvement des tarifs d'abonnement et un accroissement des recettes.

L'administration française a ainsi été amenée, après plusieurs essais qui lui ont démontré la nécessité de modifier complètement la conception que l'on s'était faite jusqu'alors de l'automatique rural (conception dérivée surtout d'expériences faites à l'étranger sur des réseaux complètement différents du nôtre), à dresser un programme complet des conditions que devait remplir un système automatique dit rural. Parmi ces conditions, la plus importante

de celles que ne remplissait aucun des systèmes existants était la possibilité d'établir des communications en transit. On trouve très fréquemment, en France, des successions de petits réseaux reliés entre eux d'une façon plus ou moins analogue à celle de la figure 1. A est le seul bureau de quelque importance ; B, C, D, E, F sont de tous petits bureaux, dont aucun ne compte, par exemple, plus de dix abonnés, et le trafic existant ou à prévoir ne justifie la création d'aucun circuit direct tel que AC, AD, AF, etc... Pour retirer de l'installation de l'automatique rural les seuls avantages qu'elle

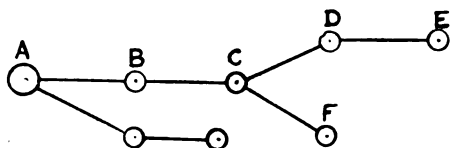


Fig. 1.

puisse comporter, c'est-à-dire la possibilité d'une extension des heures d'ouverture du service et des relations autorisées, il faut évidemment pourvoir de commutateurs automatiques tous ces petits bureaux B, C, D, E, F, et ne laisser d'opératrice qu'en A. Si l'on peut ainsi concentrer en A assez de trafic pour justifier la permanence du service et la liaison directe à un centre de distribution ou de grand transit, la question se trouvera résolue d'une façon satisfaisante.

Le problème ainsi posé aux constructeurs d'automatique, et consistant à trouver un petit commutateur simple et robuste, d'entretien très facile, permettant d'établir des communications non seulement entre un abonné d'un réseau B, C, D, etc... et un abonné de A ou d'au delà, mais aussi entre deux quelconques des réseaux B, C, D, E, F, sous la seule surveillance de l'opératrice de A, est d'ailleurs beaucoup plus difficile à résoudre qu'il n'en a l'air au premier abord. Néanmoins des solutions satisfaisantes ont déjà été proposées, et tout permet d'espérer que la période des réalisations va s'ouvrir très prochainement.

Au point de vue financier, l'administration a préparé récemment un projet de décret lui permettant de grever d'une légère

surtaxe les abonnés des réseaux petits ou moyens où elle introduirait le service permanent, ce qui serait le cas des petits réseaux automatiques ainsi groupés autour d'un centre manuel unique. Les produits de cette surtaxe et des communications échangées pendant les heures de prolongation du service suffiront, dans l'ensemble, à amortir les frais d'installation des automatiques ruraux, pour lesquelles l'aide financière des collectivités intéressées pourra d'ailleurs être sollicitée.

Organisation de l'ensemble du réseau. — Enfin, pour en revenir au point de départ de la présente étude, la présence de ces commutateurs automatiques permettra de diminuer le nombre d'opératrices intervenant dans l'établissement d'une communication à grande distance. Si nous fixons à cinq dans le cas normal et à six dans des cas exceptionnels, la limite supérieure de ce nombre nous arrivons, pour l'ensemble du réseau, à la conception suivante :

I. Dans un secteur d'étendue variable suivant la densité téléphonique de la région, mais répondant aux conditions de trafic définies ci-dessous, on crée, au bureau le plus important, un *centre manuel*, seul pourvu d'opératrices ; tous les autres bureaux, réunis au centre manuel soit directement, soit par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs autres, sont équipés en automatique d'après le système défini plus haut.

Le groupement ainsi constitué devra comporter au total un nombre suffisant d'abonnés pour justifier, tout au moins dans un avenir prochain, la permanence du service en A (permanence établie à partir de deux cents abonnés, d'après le projet de décret en instance) ; son trafic extérieur devra être suffisant pour justifier l'existence d'au moins un circuit direct entre le centre manuel et le plus prochain centre de distribution.

II. Chaque centre de distribution, réuni ainsi directement à tous les centres manuels de sa zone, devra être relié par un circuit direct à au moins un centre de transit, muni d'un système de connexion par amplificateurs.

III. La communication entre deux centres de distribution quelconques devra pouvoir être établie par l'intermédiaire d'un seul

centre de transit dans la grande majorité des cas, et par l'intermédiaire de deux centres de transit dans des cas exceptionnels (moins de 5 %, par exemple, du trafic total sur un circuit quelconque, de façon que l'on puisse négliger la perte de temps qui en résulte).

IV. L'équivalent total de transmission entre un poste d'abonné, compte tenu, le cas échéant, de son alimentation, et le centre de distribution, équipement de ce dernier inclus, devra être égal ou inférieur à 1, et l'équivalent total de transmission entre deux centres de distribution devra pouvoir être ramené, grâce à l'utilisation des amplificateurs des centres de transit, à une valeur égale ou inférieure à 1,3.

Etant donné le développement actuel du réseau français, et son allure rapidement progressive, il ne semble pas que la réalisation des conditions II, III, IV, rencontre de bien grandes difficultés, et l'on peut donc affirmer que l'établissement du service universel aussi bien que du service permanent est pratiquement lié à la réalisation de la condition I, c'est-à-dire de l'équipement en automatique des petits bureaux.

Quant aux abonnés des grandes agglomérations urbaines, comme le bureau central interurbain qui les dessert est toujours au moins un centre de distribution si ce n'est un centre de transit, il faut et il suffit que l'équivalent total de transmission qui les en sépare soit égal ou inférieur à 1.

Exemple d'application à un département. — Essayons d'appliquer ce programme dans un département français quelconque, en modifiant le moins possible le réseau existant, qui est censé répondre aux besoins du trafic.

Calculons tout d'abord le rayon limite de la zone d'un centre de distribution. Nous disposons d'un équivalent total de transmission égal à 1. Dans les très petits réseaux, les postes d'abonnés sont à batterie locale, et ils le resteront même après l'équipement en automatique. L'administration a en effet estimé que la difficulté de maintenir en bon état d'entretien, dans des réseaux aussi disséminés, de sources d'énergie autres que des piles, et des lignes

d'abonné dont un défaut d'isolement risque d'immobiliser, dans les systèmes à batterie centrale, un organe de connexion souvent unique, imposait cette condition. Or les règles du service de téléphonométrie fixent, comme limite d'admission d'un poste à batterie locale, essayé sans ligne d'abonné, une efficacité supérieure d'au moins 0,6 à la transmission et inférieure d'au plus 0,4 à la réception, à celle du poste étalon (poste à batterie centrale alimenté à travers 300 ohms). Si nous supposons (ce qui est peut-être un peu optimiste) que le poste d'abonné moyen est équivalent à un poste neuf réunissant le minimum de qualités nécessaires pour pouvoir être admis, nous disposons donc, au total, d'un équivalent de transmission négatif, ou gain, de 0,2, à répartir entre les deux lignes d'abonnés. Dans ces petits réseaux, on peut admettre que l'affaiblissement propre d'une ligne d'abonné, toujours aérienne, et généralement en bi-métal quand elle est longue, ne dépasse pas 0,1, et qu'il compense ainsi à peu près le gain obtenu dans les appareils par rapport au circuit étalon.

L'équivalent de 1 est donc à répartir entre les bureaux (centre de distribution et bureau local compris) et les circuits les réunissant. Prenons 0,10 comme affaiblissement du centre de distribution ainsi que du centre manuel, et prenons 0,05 comme affaiblissement d'un petit bureau équipé en automatique (1). S'il y a trois de ces bureaux entre le centre manuel et l'abonné, cela fait au total :

$$2 \times 0,10 + 3 \times 0,05 = 0,35.$$

Il nous reste donc 0,65 pour l'ensemble des circuits. S'ils sont en 2^{mm},5 (ce qui est presque toujours le cas) et entièrement aériens, cela fait au total 115 kilomètres de circuits.

Mais il faut déduire de ce chiffre les longueurs représentant l'affaiblissement supplémentaire causé 1° par les sections en câble, soit 4 à 5 kilomètres par kilomètre de câble pour le câble interurbain, et le double environ pour le câble de réseau ; 2° par les bobines

1. L'affaiblissement qu'un bureau central ajoute à une communication interurbaine varie, suivant les dimensions du bureau et la nature des organes branchés sur la communication, de 0,05 à 0,15 (cas du bureau central interurbain de Paris). Ces chiffres ne comprennent pas l'affaiblissement supplémentaire causé par l'insertion des bobines de combinaison ou d'appropriation.

de combinaison ou d'appropriation, soit 12 à 14 kilomètres par bobine. On peut constater à ce sujet qu'il sera souvent contre-indiqué de combiner les petits circuits reliant les bureaux ruraux entre eux et au central manuel, d'autant plus que la présence des bobines compliquerait considérablement l'équipement en automatique rural.

On voit donc que, si l'on tient compte également des détours inévitables du tracé des circuits, le rayon de la zone d'un centre de distribution peut varier considérablement : de 30 à 40 kilomètres dans les cas les plus défavorables (pays accidenté, utilisation de circuits fantômes) jusqu'à 60 ou 70 kilomètres dans les cas les plus favorables.

Si nous prenons un département comme la Savoie, qui ne compte d'agglomérations suffisantes pour constituer un centre de distribution qu'à l'extrémité occidentale de son territoire, nous voyons que la plupart des localités situées dans la partie orientale ne pourront satisfaire à la condition posée. Dans ce cas, en attendant que le trafic se développe suffisamment pour justifier la constitution de nouveaux centres de distribution, la seule ressource est de surveiller particulièrement les lignes des abonnés susceptibles d'échanger des communications à grande distance, généralement très peu nombreux dans ces petits réseaux, et de les munir d'appareils spécialement choisis pour leur efficacité supérieure.

Si nous prenons le département de la Drôme, dont le chef-lieu occupe également une situation excentrique, nous voyons que tout le sud-est du département est à une trop grande distance de Valence. Mais il est possible, ici, de créer un deuxième centre de distribution à Montélimar, déjà relié par un circuit direct à Lyon, centre de transit important.

Essayons maintenant, à titre d'exemple, d'aménager, suivant le programme que nous nous sommes tracé, la partie du département de la Drôme ainsi rattachée à Montélimar.

La création d'un centre manuel doit s'inspirer des considérations suivantes :

a) Un abonné quelconque doit pouvoir atteindre le centre manuel par l'intermédiaire de trois automatiques ruraux au maximum, sauf dans des cas exceptionnels ;

b) Les conversations qui, avant l'équipement en automatique rural, pouvaient s'échanger sans l'intervention du centre manuel et qui, après cet équipement, exigent cette intervention (par exemple, les communications entre les bureaux D et F de la figure 1) ne doivent constituer qu'un faible pourcentage du trafic total ;

c) Le nombre d'abonnés ainsi groupés autour d'un centre manuel ne doit pas descendre au-dessous d'une certaine limite, afin de ne pas retarder trop longtemps le moment où il sera possible d'y installer le service permanent.

L'application des règles a) et b) conduit à créer des centres manuels à :

NYONS, desservant les cantons de Nyons, Remuzat, la Motte-Chalançon, Buis-les-Baronnies, Séderon, Valréas (Vaucluse) ;

PIERRELATTE, desservant les cantons de Pierrelatte, de Saint Paul-Trois-Châteaux, et éventuellement de Bourg-Saint-Andéol (Ardèche), Pont-Saint-Esprit (Gard), Bollène (Vaucluse) ;

DIEULEFIT, desservant les cantons de Dieulefit et de Bourdeaux. Quant au centre manuel de Montélimar même, il desservirait les cantons de Montélimar, Grignan et Marsanne, et éventuellement quelques localités de la rive droite du Rhône.

Dans ces conditions, le réseau local le plus éloigné de Montélimar serait celui de Montbrun-les-Bains, relié par l'intermédiaire des bureaux de Sederon, Buis-les-Baronnies (automatiques), et Nyons (manuel), soit, au total, 126 kilomètres de circuits ; l'équivalent de transmission serait ainsi légèrement supérieur à 1, mais pour un très petit nombre d'abonnés seulement. Ce réseau pourrait d'ailleurs être relié à Avignon par une moins grande longueur de circuit.

Le centre manuel comptant le moins d'abonnés serait celui de Dieulefit, qui desservirait, à l'heure actuelle, cinquante-trois abonnés ou cabines ; on pourrait d'ailleurs le supprimer, et rattacher tout son secteur à Montélimar, les localités pour lesquelles la condition a) ne serait pas satisfaite ne comptant pas d'abonnés à l'heure actuelle.

Tous les abonnés de la zone de Montélimar, sauf un très petit nombre placés dans le sud-est du département, pourraient donc

atteindre, avec un équivalent égal ou inférieur à 1, un centre relié à Lyon par un circuit d'affaiblissement inférieur à 1,3. Or Lyon, centre de transit très important, est déjà relié par circuits directs à un nombre élevé de centres de distribution (centres régionaux et centres départementaux actuels), et l'on peut être assuré que le trafic entre la zone de Montélimar et l'ensemble des zones dont le centre n'est pas relié directement à Lyon n'atteindrait pas 5 % de son trafic total.

On voit donc que le problème peut être résolu facilement, même pour une région qui ne peut compter parmi les plus favorisées du point de vue de la densité téléphonique, réserve faite bien entendu des difficultés d'ordre matériel ou financier que pourrait rencontrer l'installation de commutateurs automatiques dans toutes les localités envisagées.

Le problème se pose d'une façon un peu différente dans les régions assez voisines d'un grand centre de transit, mais cependant trop éloignées pour qu'il puisse leur servir de centre de distribution, par exemple les départements de l'Oise ou de l'Aisne, aux alentours de Paris, ou le département de la Loire près de Lyon. Il n'y aura aucune difficulté pour y multiplier les centres de distribution, puisque les localités reliées au centre de transit par un circuit direct y abonderont ; mais il sera parfois difficile de connecter ce circuit à un amplificateur sur cordon, si sa longueur est insuffisante. Dans ce cas, un procédé simple et efficace consiste à augmenter l'affaiblissement du circuit en introduisant, sur la dérivation renvoyant le circuit à la position relais ou au dispositif d'interconnexion par amplificateur, un élément de ligne artificielle, de façon que les variations d'impédance des lignes ou appareils branchés à l'autre extrémité du circuit n'influent pas trop sur le bon fonctionnement de l'amplificateur.

La figure 2 montre un exemple d'une communication empruntant le maximum de bureaux intermédiaires tolérable (six bureaux manuels et six bureaux ruraux automatiques). Outre les amplificateurs de ligne nécessaires pour ramener à 1,3 l'affaiblissement des grands circuits empruntés (Paris—Lyon et Paris—Saint-Brieuc), des amplificateurs sur cordon seraient nécessaires à Paris

et à Lyon. Si toutes les lignes et tous les appareils utilisés sont en bon état d'entretien, une telle communication est possible au point de vue de l'audition, et elle pourra être établie sans trop de difficultés, puisque les seuls bureaux manuels intéressés sont des bureaux importants, où le personnel opératrices peut être spécialisé et expérimenté.

Conclusion. — L'organisation future du réseau français ne doit comporter, au point de vue de l'acheminement des communications interurbaines, que quatre classes de bureaux, qui sont, par rang d'importance croissante :

- I. Des bureaux ruraux, équipés en automatique ;
- II. Des centres manuels, auxquels sont reliés directement ou indirectement tous les bureaux ruraux du secteur qu'ils desservent ;
- III. Des centres de distribution, auxquels tous les centres manuels de leur zone doivent être reliés par au moins un circuit direct ;
- IV. Des centres de transit, pourvus de systèmes d'interconnexion par amplificateurs, et disposés de façon que deux centres de distribution quelconques puissent être réunis par l'intermédiaire d'un seul centre de transit dans la grande majorité des cas, et de deux centres dans le cas d'un trafic très réduit.

L'équivalent total de transmission, défini comme il a été dit plus haut, entre un poste d'abonné quelconque et son centre de distribution ne devra pas dépasser 1, et l'équivalent total de transmission entre deux centres de distribution ne devra pas dépasser 1,3.

Lorsque cette organisation sera un fait accompli (ce qui suppose évidemment non seulement sa réalisation matérielle, mais aussi la mise en œuvre de moyens suffisants pour en assurer le fonctionnement satisfaisant, et en particulier pour assurer la conservation des qualités auditives de l'ensemble du réseau, lignes et appareils), tous les abonnés du territoire français pourront causer entre eux, et avec les abonnés des pays voisins dont le réseau répondra aux mêmes conditions.

Il s'agit là d'ailleurs d'un but à atteindre par étapes, chaque étape constituant par soi-même une amélioration sensible du ser-

vice fourni au public. On peut même dire que les étapes les plus difficiles et les plus importantes ont déjà été franchies ou sont en passe de l'être ; il suffit, pour s'en convaincre, de comparer, par exemple, l'état actuel du tableau des durées d'attente à l'interurbain de Paris, où quelques lampes indicatrices seulement sont allumées aux heures chargées, à ce qu'il était encore il y a deux ans, quand une véritable illumination persistait de 9 heures du matin à 6 heures du soir. Si le parlement veut bien consentir à la continuation pendant quelques années encore de l'effort financier amorcé il y a quatre ans, et si l'administration n'est point gênée dans le développement plus que jamais nécessaire de ses services d'étude et de ses cadres de techniciens de tout ordre, la France aura vite rattrapé le retard dont elle souffrait au point de vue téléphonique depuis de longues années, et que six années de guerre avaient si lourdement aggravé.

RECHERCHE D'UN ALPHABET TÉLÉGRAPHIQUE INTERNATIONAL A CINQ SIGNAUX ÉLÉMENTAIRES,

par E. MONTORIOL,
inspecteur des Postes et Télégraphes

Un certain nombre d'administrations étrangères, désireuses de pouvoir choisir, en connaissance de cause, l'appareil télégraphique le meilleur font simultanément usage de divers systèmes rapides utilisant un code à cinq signaux élémentaires : Baudot, Siemens, Murray, Western, Morkrum, etc. ., mais avec trois alphabets différents.

L'appareil Baudot étant le seul qui utilise la transmission manuelle, il peut sembler, *a priori*, que cette diversité d'alphabets ne devait pas offrir d'inconvénients sérieux. Cependant, au point de vue de l'unification du matériel (appareils et pièces de rechange), il serait avantageux, pour ces administrations, de n'avoir qu'un seul modèle de perforatrice ; dans ce cas, au point de vue de l'exploitation, une bande perforée, préparée pour être transmise à l'appareil Baudot, par exemple, pourrait, en cas d'interruption d'une communication, être passée dans un Siemens ou un Western sans autre préparation ; enfin les dirigeants et les mécaniciens deviendraient parfaitement interchangeables, car ils n'auraient plus qu'un seul alphabet à apprendre pour pouvoir comparer judicieusement une lettre erronée avec celle qu'on aurait dû recevoir ; ils remonteraient ainsi de l'effet à la cause, sans les risques de confusion qui résultent, actuellement, de la multiplicité des alphabets.

On conçoit donc que, dans un but de normalisation et, sans doute aussi, dans l'espoir de voir ultérieurement adopter un appareil international unique, les administrations intéressées ont soumis à l'examen du Comité consultatif international des communications télégraphiques la question de l'unification des alphabets à cinq signaux.

Lors de sa première réunion, à Berlin (novembre 1926), ce comité a décidé « qu'il sera procédé à une étude en vue de réaliser un code international unique, à cinq émissions élémentaires, sur la base des signaux du code Baudot, en s'inspirant de la nécessité d'apporter le minimum de modifications à ce code ».

Avant d'examiner celles qu'on pourrait admettre sans grand inconvénient, il est nécessaire de rappeler les raisons qui ont motivé cette décision.

Les trois alphabets à cinq signaux élémentaires, actuellement en présence, sont, dans l'ordre d'ancienneté :

l'alphabet Baudot, qui a été conçu pour la transmission manuelle ; il permet l'apprentissage facile des signaux et de la manipulation ;

l'alphabet Siemens, réalisé en vue de l'exploitation de l'appareil rapide du même nom, avec transmission automatique par bandes perforées, sur l'ancien réseau de câbles souterrains sous gutta ;

l'alphabet Murray, destiné exclusivement à la transmission automatique ; les lettres les plus usitées de la langue *anglaise* sont représentées par le plus petit nombre de trous de perforation, les combinaisons de trois et quatre trous étant, au contraire, réservées aux lettres les moins employées : la bande perforée est ainsi plus résistante et l'on impose aux poinçons une usure moindre ; — d'autre part le signal représenté par les cinq trous ne donne lieu à aucun déclenchement du traducteur, de sorte qu'en cas d'erreur de frappe constatée au moment même il suffit de faire revenir la bande en arrière et, en actionnant ensuite la touche « erreur », de compléter à cinq trous les perforations erronées : celles-ci, lorsqu'elles sont transmises, passent ainsi inaperçues ; cette possibilité d'effacer les erreurs s'applique principalement à la réception sur feuilles ; elle offre moins d'intérêt avec l'impression sur bande ⁽¹⁾ ; — enfin les combinaisons affectées aux chiffres sont les mêmes que celles des dix lettres placées sur la première rangée de touches du clavier, de

1. Le Comité consultatif a écarté *sine die* les traducteurs imprimant sur feuilles, estimant « qu'aucun d'entre eux n'est à recommander dans le service international, et que, pour trancher la question de la réception sur feuille ou sur bande, il convient d'attendre que des progrès suffisants soient réalisés dans la construction de ces appareils ».

sorte que celui-ci ne comporte que trois rangées, tandis qu'avec le code Baudot les chiffres correspondent à des lettres dispersées dans tout le clavier et il a fallu les reporter sur une rangée spéciale, à la partie supérieure, comme dans les machines à écrire du commerce.

De l'avis même de fonctionnaires allemands autorisés, les raisons qui ont inspiré l'alphabet Siemens n'existent plus, depuis que l'exploitation télégraphique doit être assurée par des câbles sous papier, à circuit métallique fermé et de faible capacité (1). On peut donc considérer qu'il ne reste en présence que les alphanets Baudot et Murray.

La transmission manuelle est pratiquée, non seulement en France ainsi que dans ses possessions africaines et indochinoises, mais encore dans tous les pays d'Europe, au Brésil, à la République Argentine, etc... La transmission automatique, assez répandue en Grande-Bretagne et en Allemagne, est d'une utilisation proportionnellement plus restreinte en France, où l'appareil Baudot est appelé à remplacer progressivement le Hughes dans le service intérieur, et, grâce aux systèmes d'échelonnement, trouve son emploi même sur des lignes d'importance secondaire (le nombre total des secteurs en exploitation, tant en France qu'aux colonies, s'élève, en chiffres ronds, à 2700). Dans la plupart des pays étrangers, et pour des raisons diverses, la transmission automatique est également peu pratiquée ; enfin dans les autres (le plus grand nombre) on ne fait usage que de la transmission manuelle.

Il y a donc, à l'heure actuelle, des milliers et des milliers d'employés de tous les pays qui ont « dans les doigts » l'alphabet Baudot. Peut-on penser à leur en imposer un autre ?

On peut répondre nettement : non.

En effet, il convient de remarquer que, dans la transmission manuelle, ce sont les réflexes, et non la mémoire proprement dite, qui agissent ; l'agent transmetteur peut exécuter très correctement des signaux tout en pensant à autre chose, à telles enseignes que, dans beaucoup de cas, certains d'entre eux ne se souviennent pas,

1. Voy. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* : décembre 1919, p. 682, résumé d'un article paru dans l'E.T.Z. du 30 juin 1919.

après quelques minutes, s'ils ont réellement transmis un télégramme qu'on met sous leurs yeux, si celui-ci ne présente pas une particularité qui a pu le faire remarquer.

Dans ces conditions, on peut dire que, pour les agents manipulateurs actuels, il serait infiniment plus difficile (et, dans beaucoup de cas, impossible) d'apprendre un second alphabet à cinq signaux, exécuté sur le même clavier, que d'assimiler un autre code n'ayant rien de commun avec celui qu'ils pratiquent. Même s'ils y parvenaient, on aurait à craindre, à des moments de fatigue ou d'inattention, des confusions de signaux au cours des transmissions. Du jour au lendemain, le plus grand nombre, parmi les milliers d'employés dont il s'agit, deviendraient inutilisables, et beaucoup d'entre eux à titre absolument définitif.

D'autre part, la transmission automatique est onéreuse, tant par le prix des appareils que par la consommation de papier spécial, et, si elle est recommandable sur des lignes importantes, les pays qui emploient l'appareil Baudot sur les fils à faible trafic ne sauraient renoncer à la transmission manuelle.

Les avantages du code Murray sont-ils tellement grands qu'on doive passer outre à cette considération capitale ?

1° L'usure moindre des poinçons représente une économie bien minime, dans l'ensemble du prix de revient de la transmission automatique. Il convient d'ailleurs de remarquer que cet avantage, appréciable peut-être pour la langue anglaise, l'est beaucoup moins pour les autres langues ; il disparaît complètement pour les télégrammes rédigés en langage conventionnel, où les lettres employées sont, en général, celles dont l'usage est le moins fréquent dans le langage courant. On ne peut donc voir là un argument décisif en faveur du code Murray.

2° En ce qui concerne l'effacement des erreurs, le Comité consultatif a émis l'avis que « l'effacement des erreurs de perforation ne pourra être utilement envisagé que lorsque l'impression sur feuilles aura reçu une solution satisfaisante ». On peut ajouter que, ce jour venu, le code Baudot n'exclurait pas cette adjonction : il suffirait de perforer, *non plus les émissions de travail, mais celles de repos* ; dans ces conditions, pour effacer une erreur, on opérerait

comme maintenant : on compléterait à cinq le nombre des perforations sur chacune des lettres à supprimer ; lorsque cette partie de la bande arriverait sur les aiguilles émettrices, cinq courants de repos seraient envoyés sur la ligne et, à l'arrivée, le traducteur n'enregistrerait rien.

3^e La réduction à trois du nombre des rangées de touches des machines perforatrices représente, sans aucun doute, une économie sur le prix de revient de ces machines. Toutefois, il est à noter que le clavier dit « universel » n'est pas identique partout : il présente, d'un pays à un autre, des différences notables dans le groupement des caractères. La correspondance des combinaisons pour les lettres et pour les chiffres, sur les mêmes touches de la première rangée, n'est donc possible que dans les pays où il est fait usage, pour les machines à écrire du commerce, du clavier anglais, qui a servi à l'élaboration du code Murray ; pour tous les autres, il y aurait deux ou plusieurs touches de la première rangée qui comporteraient des lettres différentes de celles du clavier Murray : ladite correspondance n'existerait plus, et ces pays seraient dans l'alternative, ou bien de se résigner quand même à mettre quatre rangées de touches, dont une pour les chiffres, ou bien d'adopter le clavier anglais.

Mais, comme cette adoption ne pourrait être imposée aux fabricants et surtout aux usagers des machines à écrire du commerce, il s'ensuit que les machines télégraphiques ne seraient plus identiques aux autres. Or l'administration vient d'autoriser les abonnés au téléphone à faire usage entre eux d'appareils télégraphiques du genre « Télétype », c'est-à-dire permettant la transmission directe, sans perforation préalable, à l'aide d'un clavier de machine à écrire, émettant des signaux Baudot : les dactylographes, à qui incombera, sans aucun doute, cette transmission, seraient dérouterés par la dissemblance de ce clavier par rapport à celui de leur machine ordinaire, et il y aurait là une source certaine d'erreurs. Il en serait de même, d'ailleurs, pour les agents télégraphistes, appelés à passer de la machine perforatrice à la machine à écrire. Au surplus, cela irait à l'encontre du souci d'uniformisation, qu'on professe partout à juste titre.

L'adjonction d'une quatrième rangée de touches serait donc

encore préférable ; mais, dans ce cas, l'économie recherchée ne serait pas atteinte pour le plus grand nombre des administrations.

Il est à remarquer que, dans tous les pays, les machines à écrire de bureau ont *quatre rangées de touches*, et que c'est seulement dans celles qu'on a voulu rendre portatives qu'on a réduit ce nombre à trois. Ces dernières ne constituent donc qu'une minorité dans l'ensemble ; elles ne sont guère utilisées que par les voyageurs, journalistes, etc..., et les dactylographes du commerce n'éprouveraient aucune gêne à manipuler sur un clavier perforateur à quatre rangées.

Enfin on peut indiquer que M. Booth, ingénieur de l'office britannique, a mis en service une machine perforant les signaux Baudot et à trois rangées seulement ; on la désigne sous le nom de « perforateur n° 30 » : un dispositif très simple permet d'utiliser la première rangée pour perforer les chiffres, bien que les combinaisons de ceux-ci soient différentes de celles des lettres marquées sur les boutons.

En résumé, l'abandon du code Baudot, dans les nombreux pays qui pratiquent la transmission manuelle, ne saurait être envisagé ; d'autre part, on ne peut penser davantage à employer, dans ces pays, deux codes à cinq signaux, l'un pour le service intérieur, l'autre pour le service international, avec transmission automatique obligatoire : ce serait renoncer à la normalisation acquise en beaucoup de cas, et notamment en France, car les appareils ne seraient plus interchangeables. En outre, on créerait une source de difficultés pour les agents dirigeants, les mécaniciens, etc... Enfin, dans tous les pays dont les machines à écrire ont un clavier différent du clavier anglais, les quatre rangées de touches s'imposeraient, et l'économie deviendrait illusoire puisqu'elle porterait uniquement sur une diminution problématique de l'usure des poinçons.

* * *

Il convient donc maintenant de rechercher les modifications qu'on pourrait apporter au code Baudot sans nuire à la transmission manuelle.

Dans la série des lettres, il est possible de supprimer É (touches 1 et 2) et « ³ » (touches 1 et 5). Ces deux combinaisons seraient, tout

au moins, mises en réserve pour le jour où un système d'impression sur feuilles donnant toute satisfaction serait adopté dans le service international ; l'une serait affectée au signal « interligne » et l'autre au « retour du chariot ».

Dans la série des chiffres, on supprimerait : « & » (touches 1 et 2) « h » (2-3-4-), « f » (1-2-4), « o » (2-3), « N° » (2-3-4-5), « ; » (3-5), « l » (1-3-5), « % » (1-2-3-4-5).

Sur ces huit combinaisons, celles de « & » disparaîtrait en même temps que « Ê » et serait réservée pour l'impression en feuilles, comme il est dit plus haut : d'autre part, il serait nécessaire d'en reprendre deux : l'une pour faire le « . » (point), supprimé en même temps que le « t » de la série des lettres ; on pourrait utiliser, par exemple, la combinaison affectée précédemment à « ; » (point-virgule, touches 3 et 5) ; une autre combinaison, par exemple celle qui aurait été laissée vacante par le « % » (1-2-3-4-5) servirait pour faire la croix (signe +), dont l'emploi est réglementaire au Hughes comme signal séparatif des télégrammes, et qui figure d'ailleurs dans l'alphabet Siemens actuel.

Les cinq combinaisons restantes seraient mises à la disposition des délégués des pays de langues slaves qui, à la précédente réunion du Comité consultatif, à Berlin, ont vivement insisté pour que certaines lettres, spéciales à leurs alphabets et d'un usage fréquent, fussent ajoutées à l'alphabet Baudot. Dans le cas où ce nombre de cinq combinaisons serait insuffisant, on pourrait supprimer le signal « erreur » (touches 4 et 5) qui figure dans les deux séries (lettres et chiffres), ce qui porterait à 7 les nouvelles lettres slaves à adopter. Les erreurs de transmission seraient alors indiquées comme au Hughes, par la lettre N transmise deux fois (NN).

Telles sont les modifications qu'on pourrait, sans difficultés sérieuses, apporter au code Baudot ; elles sauvegardent la transmission manuelle, pratiquée dans la très grande majorité des pays qui font usage de l'appareil Baudot ; elles donnent satisfaction aux partisans de l'impression sur feuilles, ainsi qu'aux pays de langues slaves, dont l'alphabet n'est, jusqu'ici, qu'incomplètement transmis ; enfin elles n'imposent, à ceux qui utilisent les alphabets Siemens ou Murray, que des changements mécaniques effectués une fois pour toutes.

TRANSPORTS PAR COURROIES CONVOYEUSES DANS LES CENTRAUX TÉLÉGRAPHIQUES,

par Jean JACOB,

ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.

I. ETABLISSEMENT D'UN RÉSEAU DE COURROIES CONVOYEUSES.

Une récente brochure éditée avec soin par une maison de construction allemande donne d'intéressants détails sur l'emploi des courroies convoyeuses dans le nouveau bureau central télégraphique de Berlin, de l'Oranienburgerstrasse. Il ressort de cette étude que l'administration allemande, soit qu'elle ait jugé utile d'employer simultanément divers systèmes de boulisterie, soit qu'elle ait complété par des courroies une organisation déjà existante de tubes et de transporteurs sur câbles, a décidé que ces derniers procédés de transport devaient être réservés à l'écoulement d'un trafic peu dense et qu'il fallait faire appel de la manière la plus large aux courroies convoyeuses chaque fois qu'il y aurait à traiter simultanément de grandes quantités de télégrammes, à les rassembler, à les trier, à les diriger sur divers postes. Les modèles adoptés ne l'ont été qu'après des essais préliminaires, longs et très étudiés.

Dans les centraux télégraphiques des États-Unis, où la question des transporteurs par courroies a été aussi résolue après de minutieuses études, les solutions diffèrent parfois sensiblement des solutions allemandes, non dans le détail du machinisme, mais dans la formule de son emploi.

Système américain. — Aux États-Unis, la boulisterie est effectuée par courroies pour le ramassage, pour la répartition, pour la direction, même si ces opérations comportent des liaisons ascendantes entre salles, la liaison descendante étant confiée à des « chutes » convenablement aménagées, où les télégrammes tombent

par gravité. Les tubes sont réservés aux communications avec les bureaux voisins du central télégraphique (c'est-à-dire situés à une distance inférieure à 4 kilomètres, au delà de laquelle les télégrammes sont téléphonés). Un système aussi complet de courroies exige une étude préalable de la forme des salles, de la disposition relative des services dans une même salle, aussi bien que dans les diverses salles

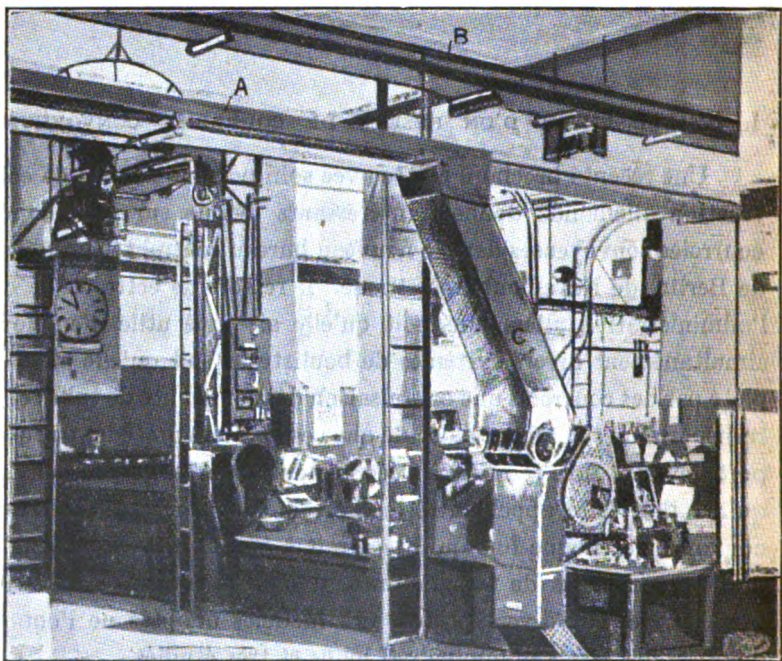


Fig. 1. — Système américain (poste central télégraphique de New-York).

A, B : courroies de répartition surélevées ;
C : chute.

(afin d'accroître les chutes entre points situés sur la même verticale et d'éviter les gaspillages d'énergie par ascensions surabondantes) de la direction des travées d'appareils dans les salles, et même de la disposition des appareils sur les tables de travées.

Cette étude doit être faite dès la construction d'un central neuf ou dès le raménagement des salles d'un bâtiment ancien, et cela concurremment avec les projets relatifs aux salles : transport

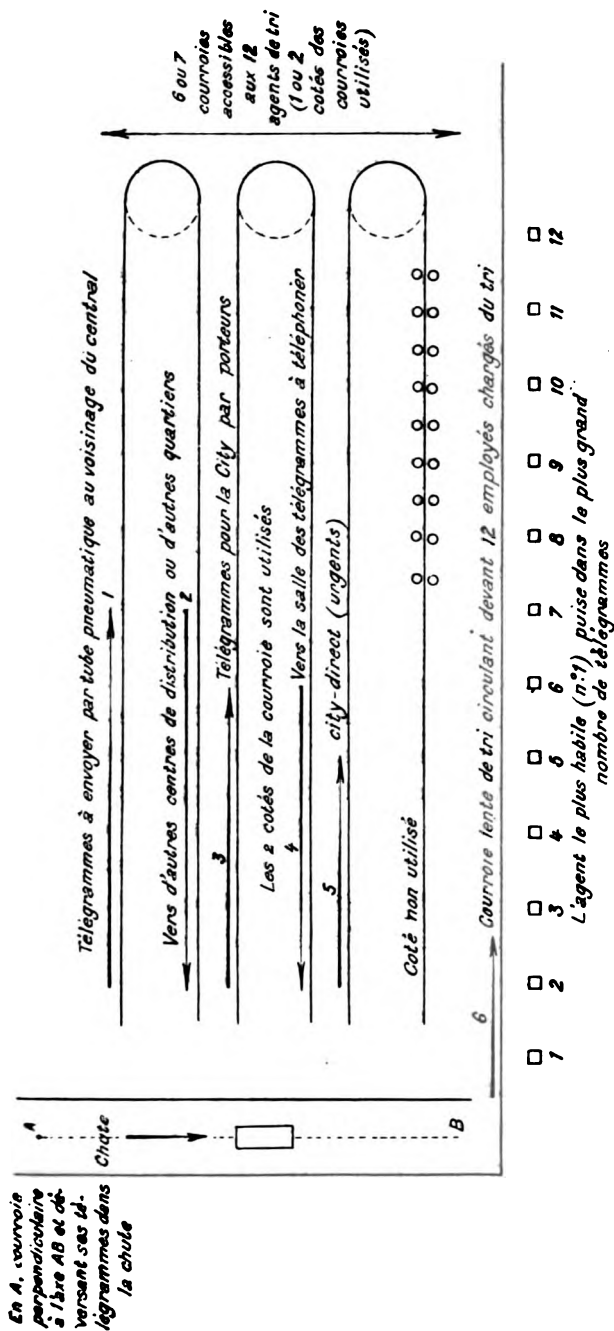


Fig. 2. — Schéma du système américain.

d'énergie, éclairage, amenée des fils aux appareils (dont les connexions doivent pouvoir être vérifiées commodément), emplacement des moteurs, chauffage, aération, éclairage. Si dès le début les transporteurs ne sont pas prévus et leur emplacement réservé, on risque de se trouver par la suite en présence de difficultés techniques coûteuses et parfois insolubles (déplacement de canalisations, d'appareils, de tables, passages obstrués, éclairage diminué).

Dans le détail de la réalisation, les Américains effectuent :

1° le ramassage intégral par courroies à hauteur des tables ;

2° la distribution limitée à des groupes de positions, à partir desquels de jeunes facteurs assurent l'approvisionnement des postes individuels, les courroies de distribution étant surélevées et aboutissant à des « chutes » fig. (1) ;

3° le tri et la direction par des courroies superposées, en nombre égal au nombre des centres de répartition.

Les télégrammes sont manipulés sur une courroie lente qui les amène aux agents du tri (fig. 2). Les changements de direction s'effectuent par simple déversement d'une courroie sur une courroie perpendiculaire. Les vitesses sont de l'ordre de 75 mètres à la minute, sauf pour les courroies silencieuses des télégrammes téléphonés (38 mètres à la minute) ; les constructeurs s'appliquent à éloigner les courroies de l'œil des agents ou à les leur rendre invisibles. La largeur de courroie adoptée (28 centimètres, est légèrement supérieure à la diagonale d'une feuille de télégramme. Enfin les Américains ont cessé de faire circuler les bandes dans des caniveaux ménagés dans le plancher, l'entretien et la surveillance leur apparaissant, dans ce cas, difficile.

Système allemand. — La notice allemande publiée au sujet des réalisations du central de l'Oranienburgerstrasse à Berlin souligne que les premières conditions qu'on a cherché à remplir sont les suivantes : obtention d'un grand coefficient de sécurité relatif à la perte des télégrammes, possibilité d'accès et facilité de surveillance des courroies. En partant de ces principes, ont été réalisées des courroies collectrices dont le principal caractère (contrairement aux principes américains) est qu'elles circulent, sur toute leur longueur, dans

le plancher. Mais ce plancher a été aménagé en conséquence, avec toute la minutie qui caractérise les constructions allemandes, travaux qui ne peuvent être effectués que si l'étude du réseau de bande de transport est faite concurremment avec les diverses études relatives à l'aménagement général de la salle. On a constitué un canal qui est limité, à droite et à gauche, par les poutres maîtresses du plancher. Le fond de ce canal est en béton pressé de 3 centimètres d'épaisseur, sous lequel se trouvent des matériaux de remplissage. Les fers en U du transporteur sont posés sur de courts chevalets, et ceux-ci sont vissés sur de solides chevilles de bois noyées dans le ciment. On a eu beaucoup de peine à assujettir les lourdes pièces de fer de cette installation.

Contre les dommages provenant de l'extérieur, le transporteur est protégé par des grilles de plancher, sous lesquelles on a ménagé des fenêtres très rapprochées, comportant sous leur ouverture un réseau métallique tendu. Quand l'un des carreaux de verre de ce recouvrement transparent vient à se briser, il est impossible que des éclats tombent sur la bande et viennent l'endommager. La poussière pouvant se rassembler sur les verres est aspirée par le vide.

La boullisterie par courroie n'est pas intégrale ; c'est ainsi qu'aux courroies de ramassage parallèles aux tables de transmission sont substitués des boulistes, qui rassemblent les télégrammes dans chaque travée et les jettent sur la bande souterraine collectrice par le moyen d'ouvertures spéciales et de plans inclinés.

L'organisation des tables importantes de direction et de tri, où le service est ininterrompu, est basée, comme aux États-Unis, sur l'emploi intensif de courroies, afin d'éviter aux agents dirigeants des manœuvres préliminaires (comme aux tubes), des gestes inutiles, et pour qu'ils ne soient pas troublés dans leur travail par les boulistes. Dans la réalisation allemande, les courroies ne sont plus toutes parallèles et superposées ; leur ensemble, qui peut être constitué par sept bandes, est disposé en forme de T, et un agent est spécialement affecté au rassemblement des formules, qu'il tend aux dirigeants, lesquels les répartissent en « intérieures » et « internationales ».

Les vitesses des courroies allemandes ne dépassent pas 30 mètres

à la minute, et sont réduites à 24 mètres à la minute dans les salles de télégrammes téléphonés. Ces chiffres, très inférieurs à ceux des États-Unis, ont été probablement adoptés parce que le petit nombre de révolutions des axes par minute n'exige qu'un renouvellement très espacé des lubrifiants, en sorte que la surveillance peut être limitée à un rapide examen.

En vue d'éviter les démarrages difficiles, on a choisi des moteurs à nombre de tours réduits; la dépense de courant varie de $0^{\text{kW}},03$ à $0^{\text{kW}},3$. Ils ont, en outre, un fonctionnement silencieux et exempt de vibrations; l'installation est basée sur l'individualisme des moteurs: chaque bande a son moteur propre, ce qui permet d'obtenir une indépendance complète des transporteurs. Lorsqu'une interruption se produit, elle reste limitée à une seule bande, qu'on peut remplacer par un service exceptionnel de boullisterie; on a même prévu que, dans des cas d'immobilisation, les bandes pourraient être poussées à la main jusqu'à l'acheminement complet des télégrammes dont elles seraient chargées. Les courroies ont 21 centimètres de largeur et, dans des cas exceptionnels, 31 centimètres.

Enfin, comme aux États Unis (et d'ailleurs comme au central télégraphique de Paris [fig. 3]), en vue d'un débit continu dans le sens vertical, les télégrammes sont enserrés entre deux bandes ascendantes sans fin (consommation: $0^{\text{kW}},03$; vitesse: 50 centimètres à la seconde).

Les installations qui fonctionnent aux États-Unis et en Allemagne, n'ont peut être pas encore subi les perfectionnements les plus complets, tant au point de vue de l'encombrement que du machinisme (les changements de direction, par exemple, peuvent être réalisés par des rouleaux coniques tangents, sans courroie); mais ces installations simples fonctionnent avec une parfaite sécurité. De leur examen, ont été dégagés les principes fondamentaux qui dominent tout projet d'ensemble de courroies convoyeuses. Avant la création, en France, d'un matériel standard, des essais préliminaires doivent être demandés aux constructeurs, afin d'aboutir à une construction convenable et à un fonctionnement sûr.

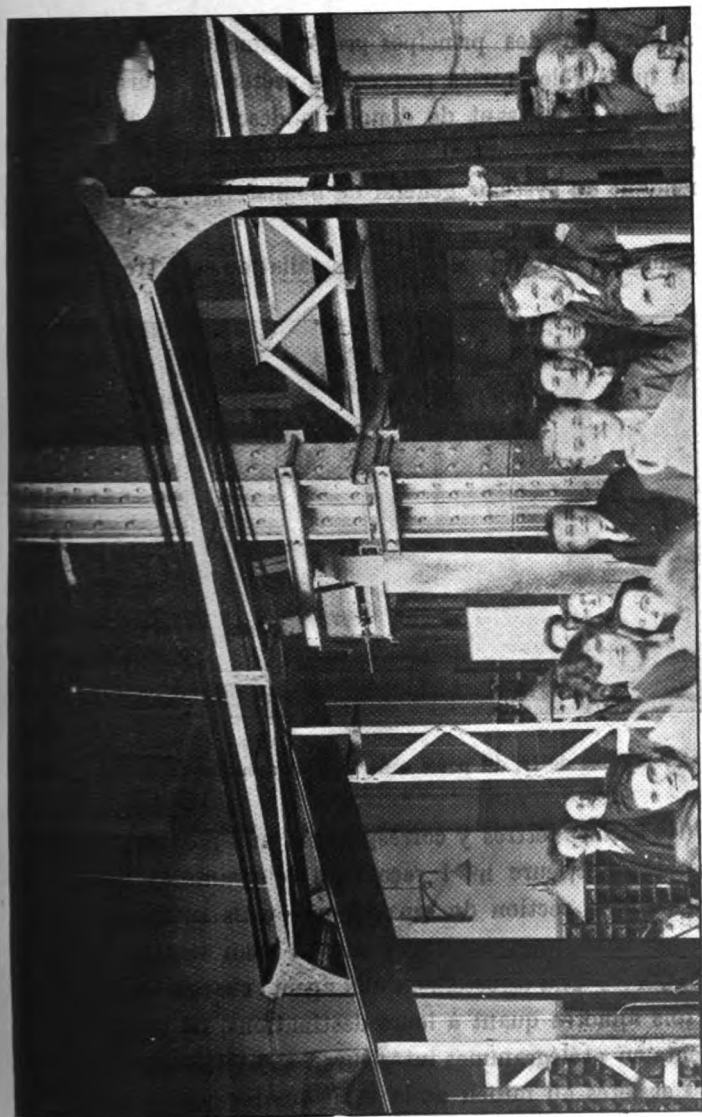


Fig. 3. — Au poste central télégraphique de Paris :
Transporteur des formules d'arrivée provenant de la salle de l'étranger, et qui doivent recevoir l'indication
du bureau distributeur.

Vitesse de translation : 1 mètre à la seconde ; puissance du moteur : $1/3$ de cheval-vapeur ;
écoulement : 5,000 télégrammes par jour.

II. TABLE DE TRI A SEPT BANDES DU CENTRAL DE L'ORANIENBURGERSTRASSE A BERLIN.

En application des principes précédemment exposés et pour montrer à quels rôles variés peuvent se prêter les courroies convoyeuses, il est intéressant de donner la description d'une table importante de tri du central de Berlin, dont le fonctionnement est indépendant du système général de boulisterie adopté dans les salles.

Les figures 4, 5, 6, représentent l'installation sous trois aspects

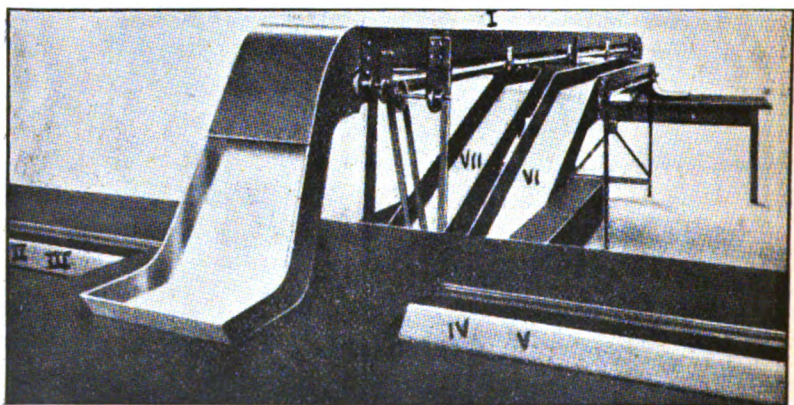


Fig. 4. — Table de tri du poste central télégraphique de Berlin.

différents (les mêmes lettres y correspondent aux mêmes organes).

La bande supérieure n° I reçoit les télégrammes pêle-mêle et les dirige sur la section de répartition, où ils se rassemblent, après passage dans un cylindre et sur un plan incliné, devant un employé qui les tend directement aux agents chargés de la direction ; une fois annotés quant à leurs destinations, ils sont séparés par ces agents en « télégrammes intérieurs » et « télégrammes internationaux » et jetés au milieu de la table sur les quatre courroies (n°s II, III, IV, V), qui les déversent, à l'aide de plans inclinés, sur les deux bandes de retour (n°s VI et VII) perpendiculaires à la table ; ces dernières les ramènent à leur point de départ, mais dans

deux réceptacles d'où ils sont renvoyés par tapis collecteurs ou par tout autre moyen dans les salles de transmission, où une deuxième manutention, facilitée par les annotations de direction, permet leur répartition immédiate sur les postes.

L'accessibilité de tous les organes et les possibilités de surveillance ont paru fondamentales.

Le passage des bandes et surtout leur tension causèrent des

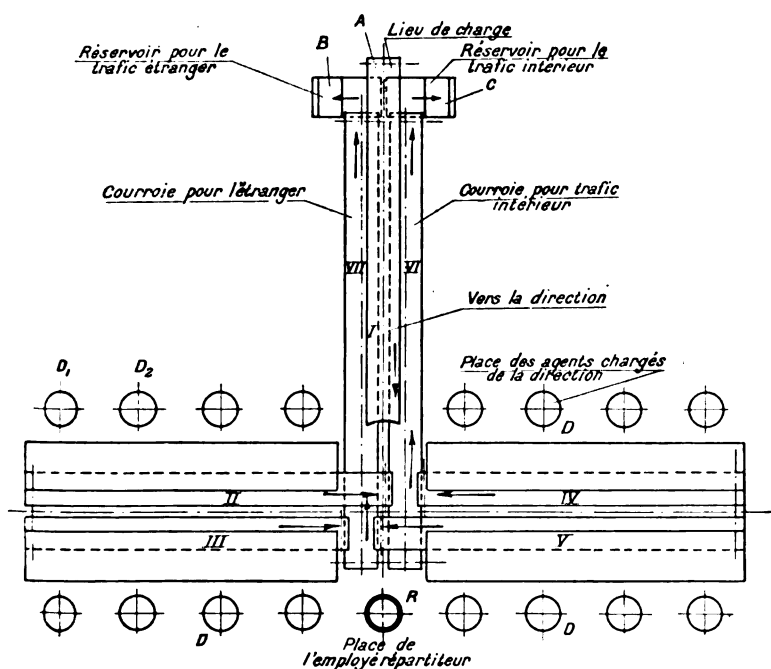


Fig. 5. — Table de tri du poste central télégraphique de Berlin.

difficultés en raison du peu d'espace que laissaient disponible les circonstances locales. Les dimensions sont : largeur de la bande : 21 centimètres ; hauteur des fers : 10 centimètres ; l'espace pris par une bande de 8 mètres dans le sens de l'axe est d'environ 9 mètres. Le moteur est commun aux sept bandes ; l'entraînement est réalisé par des courroies de transmission par pignons et engrenages. La transmission du mouvement d'un système de bandes parallèles aux bandes perpendiculaires s'effectue par courroies de cuir, croisées. Tous les roulements sont à billes.

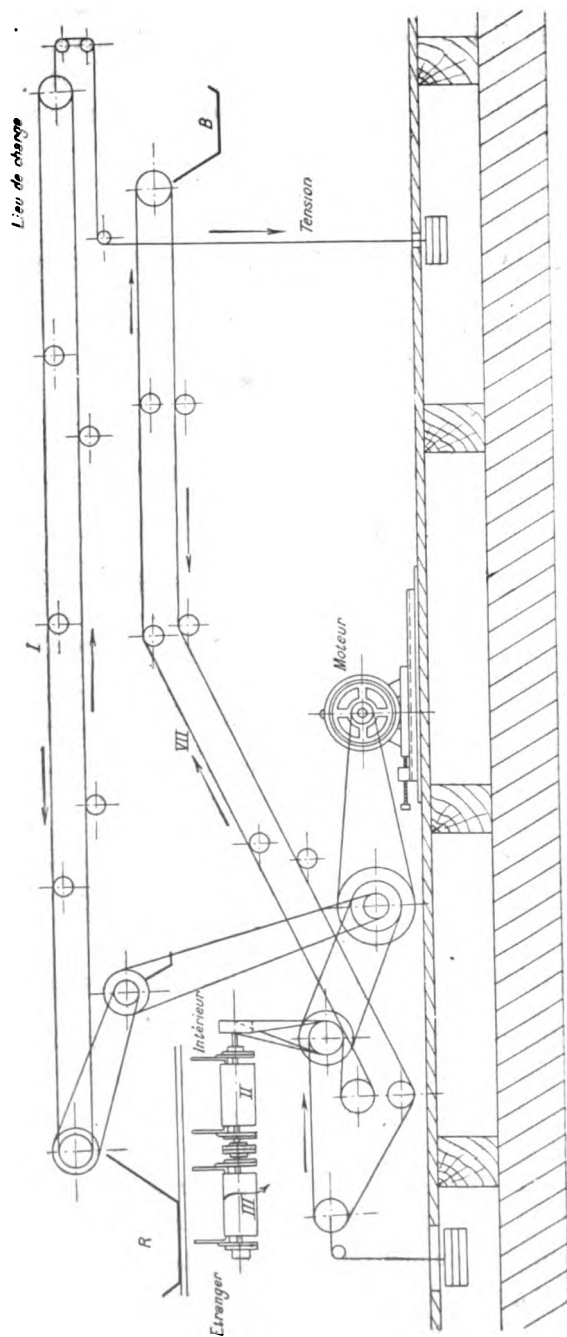


Fig. 6. — Table de tri du poste central télégraphique de Berlin.

Les frottements sont si peu importants qu'il suffit d'un moteur de 0^k_W,3 ; on n'emploie pas de démarreur.

Il a fallu une longue série d'essais pour obtenir une mise au point satisfaisante.

III. ENTRETIEN DES TRANSPORTEURS A COURROIES.

Un système de courroies convoyeuses ne peut apporter d'amélioration au transport des télégrammes que s'il est surveillé attentivement et s'il ne subit aucun arrêt imputable au défaut d'entretien.

Les consignes suivantes sont extraites de l'important règlement que la Western Union C^o a rédigé pour ses installations.

1. Moteurs. — Des moteurs de rechange doivent toujours être en état de fonctionner. Installés sur les courroies principales, ils seront employés périodiquement à faire mouvoir les transporteurs.

Pour réaliser une exploitation parfaite, les moteurs en service doivent être revus *une fois par jour*, afin de vérifier notamment si les bagues de graissage fonctionnent normalement.

Si un moteur devient trop chaud, si des étincelles jaillissent des balais ou que les coussinets s'usent, etc..., on le remplace immédiatement par un moteur de réserve et l'on fait effectuer sans délai les réparations utiles.

Tous les moteurs doivent être enlevés et examinés en détail une fois par an ; ces examens et leurs dates sont mentionnés sur un registre spécial.

Les chambres à huile des moteurs devront en permanence être abondamment pourvus d'huile ; ces réservoirs seront vidés tous les six mois et nettoyés au pétrole.

2. Engrenages et chaînes. — Les chaînes des trains d'engrenage doivent être enlevées tous les trois mois et chaque chaînon minutieusement revu ; ceux qui seront usés ou trop allongés, ainsi que les pivots brisés et les chevilles émoussées, sont remplacés. Une partie défectueuse est susceptible de détériorer sérieusement la chaîne entière ou les engrenages.

Les chaînes sont ensuite nettoyées avec du pétrole, puis séchées et placées dans une solution chaude de suif et de graphite (trois volumes de suif pour un de graphite), le mélange étant agité pour empêcher le carbone de se déposer. Lorsque la chaîne est complètement enduite, on la sèche en la frottant. Elle est alors prête à être mise en service. Il n'est utile de lubrifier ainsi les chaînes que lorsqu'on les nettoie périodiquement.

La mise en place des chaînes doit être effectuée avec le plus grand soin. Une chaîne trop tendue subit un effort anormal et s'étire ; une chaîne trop lâche produit des claquements préjudiciables, qui peuvent la faire sauter hors des engrenages.

Lorsqu'on réinstalle les chaînes, on doit veiller à ce qu'engrenages et arbres soient bien ajustés ; si les arbres sont gauchis ou les engrenages faussés, il faut les réparer ou les remplacer par de nouveaux. Si de nouveaux engrenages sont nécessaires, recommander au fabricant de les cémenter à la surface et de bien polir les dents. Si les dents sont trop émoussées, l'engrenage doit être remplacé, une bonne chaîne étant rapidement hors d'usage si les engrenages ne sont pas changés.

3. Courroies de cuir entre poulies. — Elles diffèrent suivant qu'elles sont utilisées avec des poulies plates ou des poulies à gorge. Le côté chair de la courroie ne doit pas être présenté à la poulie : l'usure de contact doit se faire sur le côté grain, cette face de la courroie étant moins extensible et plus résistante au frottement que le côté chair.

Il est préférable de ne faire subir aucun apprêt à ces courroies. Leur échappement est en général dû à l'une des causes suivantes : la courroie n'est pas assez tendue ; la courroie est trop rugueuse ; l'angle de contact sur une des poulies est trop petit ; les poulies sont ensablées ou trop petites. Si la courroie devient sèche ou rugueuse, l'enduire de graisse de pieds de bétail ; dans aucun cas ne faire usage de résine de conifère. Les courroies plates sont cousues au moyen de machines spéciales ; les courroies pour poulies à gorge sont fixées au moyen de crampons (courroies du type des machines à coudre).

4. Ajustage des cylindres. — Les cylindres des transporteurs doivent à tout instant se trouver dans leur position normale. Leurs bords doivent coïncider exactement avec les côtés des transporteurs, afin que la courroie de coton ne frotte pas contre ces côtés et ne s'éraïlle pas.

L'expérience a montré qu'une courroie convenablement placée et entretenue peut rester en service cinq ans, tandis que, si un rouleau glisse et n'est pas réajusté, la courroie peut être mise hors d'usage en un jour.

Tout cylindre dont les contre-écrous sont desserrés ou qui a reçu des chocs doit être réparé et réajusté pendant la nuit quand l'installation est arrêtée.

Les cylindres à roulements intérieurs ont généralement des supports à rainures pour faciliter l'ajustage ; d'autres, placés définitivement, n'ont pas besoin d'être réajustés.

Des vis de rattrapage de jeu permettent en général de régler la place de chaque cylindre.

Le régulateur de tension à poids doit avoir des contre-écrous desserrés, de façon à permettre au poids de glisser le long de ses guides, sauf dans le cas de mise en place d'une longue courroie.

Les cylindres ayant des roulements extérieurs peuvent être ajustés en déplaçant les supports des roulements au moyen d'une clef spéciale.

5. Courroies de coton. — Quand une courroie de 28 centimètres s'est rétrécie et que sa largeur est réduite à moins de 25 centimètres, elle doit être remplacée. Lorsque, pour une cause quelconque, le transporteur reste longtemps inutilisé, la courroie doit être enlevée pour faciliter les inspections.

Avant de poser une nouvelle courroie, il faut procéder à un examen minutieux : se rendre compte si la glissoire du transporteur est exempte de rugosités, si les rouleaux sont bien alignés ; remplir les fentes d'un mélange de glycérine et de litharge ; serrer toutes les vis de fixation des cylindres et des coussinets, à l'exception de celles des régulateurs (à poids) de tension, ce travail de serrage étant très difficile lorsque la courroie est en place ; mesurer la courroie

en la tirant fortement sur les cylindres ; laisser un jeu d'un millimètre par décimètre, puis couper la courroie (la coupure peut n'être pas dans le sens du tirage) ; imbiber chaque extrémité dans de la paraffine, puis enrouler la courroie ; plonger ensuite dans la paraffine chaque base du cylindre ainsi formé sur une largeur de 15 millimètres, laisser sécher, et procéder à la couture ; la courroie est ensuite mise en place et tendue au moyen d'un extenseur.

6. Coussinets et roulements. — 1° Les roulements à billes doivent être lubrifiés avec une huile spéciale non fluide ; 2° Les coussinets ou roulements de bois, imprégnés d'huile, ne requièrent aucune lubrification.

La lubrification des cylindres à roulements intérieurs doit se faire tous les 4 mois ; celle des vis de rattrapage de jeu et des régulateurs de tension, tous les mois.

Les roulements à billes des cylindres terminaux doivent être enlevés et nettoyés tous les six mois.

7. Électricité statique. — Des phénomènes d'électrisation peuvent provoquer l'adhérence des messages à la courroie de coton ; ils peuvent s'enrouler autour des cylindres terminaux au lieu de tomber dans les « chutes ». En vue d'atténuer ces effets, on applique à la courroie de coton un mélange d'un volume de glycérine et trois volumes d'eau pendant les périodes de chaleur et de froid ; on doit même en faire des applications préventives à l'approche des froids. L'expérience seule peut fixer sur la nécessité, la périodicité des applications. Plus encore que les autres transporteurs, les élévateurs sont habituellement influencés par l'électricité statique.

La courroie étant en action, on imprègne une éponge du mélange et on la maintient contre un cylindre lent qui frotte contre la surface portante qui est humectée ; mais on doit faire en sorte qu'elle ne soit pas complètement mouillée, car les télégrammes le seraient aussi et adhéreraient à la courroie de coton ; on peut appliquer la mixture à un cylindre de retour placé auprès du cylindre terminal, ces cylindres n'étant pas susceptibles de retenir les messages à cause du changement de direction.

8. Vitesse des courroies. — La vitesse de la courroie de coton doit, autant que possible, être maintenue constante. Une vitesse trop lente accroît l'encombrement du bureau ; une vitesse trop considérable augmente les bruits du transporteur, fait glisser les télégrammes et provoque des courants d'air qui enlèvent les messages à transporter.

On établit annuellement une fiche comportant le nom du bureau central, les numéros, les longueurs et les vitesses des courroies convoyeuses, la hauteur des élévateurs, la puissance en chevaux des moteurs, la spécification du courant, le voltage, le nombre d'ampères en courant continu, ou de watts en courant alternatif.

La spécification du courant et la vitesse de chaque courroie servent de base pour déterminer les conditions de l'exploitation ; ces chiffres doivent rester constants.

9. Réparation des transporteurs. — Le personnel chargé de l'entretien de l'installation doit effectuer les petites réparations ; mais en aucun cas le plan ou la place des pièces ne doivent subir de modification sans l'avis qualifié du bureau des ingénieurs.

Les surveillants doivent signaler tous les défauts et les accidents. S'il existe des points où les messages sont parfois retardés, le personnel d'entretien doit les indiquer en traçant dans leur voisinage une flèche peinte en rouge dirigée vers le point faible ; ces points feront l'objet d'un examen minutieux et d'un rapport spécial.

Les parties facilement accessibles doivent être nettoyées une fois par semaine, les organes moteurs étant arrêtés afin d'éviter tout accident.

Le personnel d'entretien doit veiller à ce que les poulies supérieures, les engrenages et les chaînes ne puissent tomber ; des armatures de protection sont installées à cet effet, de sorte qu'en cas de rupture elles retiennent les pièces brisées. Pendant les réparations, on s'assure que les supports des organes supérieurs n'ont pas fléchi.

Les poulies, engrenages et chaînes placés à portée des mains des télégraphistes doivent être isolés par des grillages métalliques ; il doit en être de même pour les transporteurs sous lesquels les agents ont l'occasion de circuler.

SUR UNE MÉTHODE POUR LA MESURE DES AFFAIBLISSEMENTS,

par P. CHAVASSE,
ingénieur des Postes et Télégraphes.

La méthode étudiée ici consiste dans la comparaison indirecte de deux rapports : 1° le rapport des puissances apparentes respectivement prises à l'entrée et à la sortie du système inconnu ; 2° le rapport analogue relatif à une ligne artificielle réglable. Afin de permettre l'emploi d'un appareillage d'ailleurs classique dans la technique de la téléphonie à grande distance, la mesure est fractionnée et s'exécute en deux temps, correspondant, l'un au rapport des tensions, l'autre au rapport des intensités. Une simple moyenne arithmétique des deux nombres ainsi obtenus permet de déterminer la valeur de l'affaiblissement du quadripôle.

Soit un quadripôle (ou système à quatre bornes tel qu'un circuit téléphonique) ayant pour caractéristiques les trois nombres complexes p , Z_e , Z_s ; Z_e et Z_s sont les deux impédances caractéristiques d'entrée et de sortie du système, et p est la constante de propagation

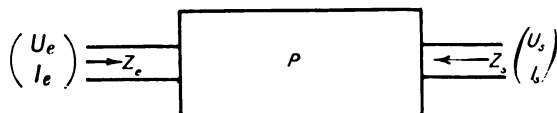


Fig. 1.

dont la partie réelle sert par définition de mesure de l'affaiblissement du quadripôle. On sait que, si U_e et I_e sont respectivement la tension et l'intensité complexes à l'une des extrémités du système (celle par laquelle ce système est supposé alimenté) et si U_s et I_s sont la tension et l'intensité à l'autre extrémité, il existe, entre les quatre

quantités complexes U_e , I_e , U_s , I_s , deux relations qui peuvent être mises sous la forme suivante :

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} U_e &= \sqrt{\frac{Z_e}{Z_s}} \operatorname{ch} p U_s + \sqrt{Z_e Z_s} \operatorname{sh} p I_s ; \\ I_e &= \sqrt{\frac{Z_s}{Z_e}} \operatorname{ch} p I_s + \frac{\operatorname{sh} p}{\sqrt{Z_e Z_s}} U_s . \end{aligned} \right.$$

Si la sortie du quadripôle est fermée par l'impédance Z_s , ces équations deviennent :

$$\left\{ \begin{aligned} U_e &= \sqrt{Z_e Z_s} e^p I_s = \sqrt{\frac{Z_e}{Z_s}} e^p U_s ; \\ I_e &= \frac{Z_s}{Z_e} I_s ; \end{aligned} \right. \quad (\text{car } U_s = Z_s I_s)$$

c'est-à-dire, en prenant les modules :

$$(1) \quad |U_e| = \left| \sqrt{\frac{Z_e}{Z_s}} \right| e^b |U_s| ;$$

$$(2) \quad |I_e| = \left| \sqrt{\frac{Z_s}{Z_e}} \right| e^b |I_s| .$$

Cela étant, comparons le quadripôle avec une ligne artificielle d'impédance caractéristique Z_s . A cet effet, effectuons les deux mesures consécutives correspondant aux schémas des figures 2 et 3, dans lesquelles le quadripôle et la ligne artificielle sont respectivement alimentés en parallèle, puis en série.

1^{re} mesure : disposition parallèle. — On règle la ligne arti-

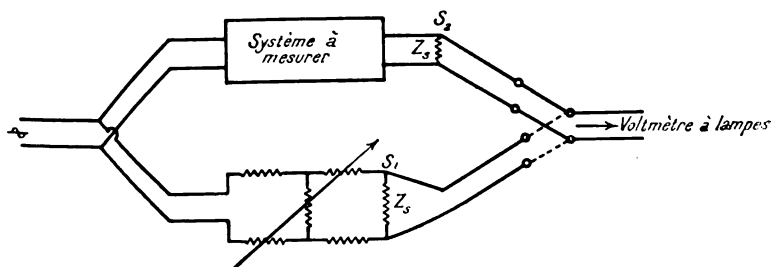


Fig. 2.

ficielle de comparaison (fig. 2) jusqu'à ce qu'on obtienne la même

déviations au voltmètre à lampes. Soit alors b_1 la lecture faite sur la boîte de comparaison. D'après l'équation (α) :

$$e^{b_1} = \frac{|U_e|}{|U_s|} = e^b \sqrt{\frac{|Z_e|}{|Z_s|}}. \quad (A)$$

2^e mesure : disposition série. — Quand l'égalité des déviations aura été réalisée au voltmètre à lampes, on aura une

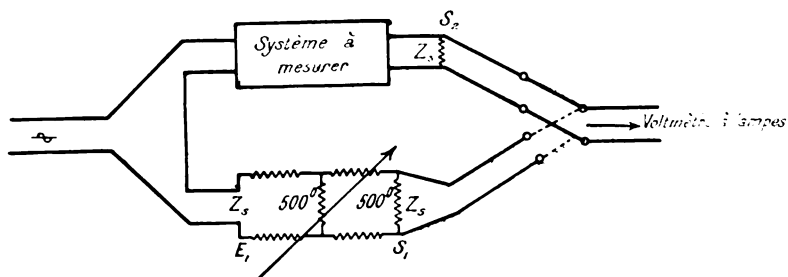


Fig. 3.

lecture b_2 sur la boîte graduée. Cet affaiblissement fictif correspond au rapport des tensions U_s en S_1 ou S_2 et $Z_s I_e$ (tension en E_1).

$$e^{b_2} = Z_s \frac{|I_e|}{|U_s|}.$$

Or, d'après la relation (β) :

$$\left| \frac{I_e}{U_s} \right| = \frac{e^b}{\sqrt{|Z_e Z_s|}}.$$

Il en résulte que :

$$e^{b_2} = \sqrt{\frac{|Z_s|}{|Z_e|}} e^b. \quad (B)$$

Faisons le produit membre à membre des deux égalités (A) et (B) :

$$e^{b_1 + b_2} = e^{2b},$$

ou :

$$b = \frac{b_1 + b_2}{2}.$$

Remarques. — L'examen du mode opératoire précédent suggère un certain nombre de remarques, dont les plus importantes paraissent les suivantes.

I. La connaissance de Z_e est rigoureusement inutile.

II. Supposons que, l'impédance Z_s n'étant pas exactement connue, on boucle sur une impédance Z différente de Z_s .

Le résultat de la première mesure se traduit par l'égalité :

$$\begin{aligned} U_e &= \sqrt{\frac{Z_e}{Z_s}} \operatorname{ch} p U_s + \sqrt{Z_e Z_s} \operatorname{sh} p I_s = \\ &= \left(\sqrt{\frac{Z_e}{Z_s}} \operatorname{ch} p + \operatorname{sh} p \frac{\sqrt{Z_e Z_s}}{Z} \right) U_s, \end{aligned}$$

d'où :

$$e^{b_1} = \left| \frac{U_e}{U_s} \right| = \left| \sqrt{\frac{Z_e}{Z_s}} \operatorname{ch} p + \frac{\sqrt{Z_e Z_s}}{Z} \operatorname{sh} p \right|.$$

Dans le cas de la deuxième mesure :

$$e^{b_2} = \left| \frac{Z}{U_s} I_e \right|.$$

Or, d'après la relation (2) :

$$I_e = \left(\sqrt{\frac{Z_s}{Z_e}} \operatorname{ch} p \frac{1}{Z} + \frac{\operatorname{sh} p}{\sqrt{Z_s Z_e}} \right) U_s.$$

De la combinaison des deux dernières relations, on déduit :

$$e^{b_2} = \left| \sqrt{\frac{Z_s}{Z_e}} \operatorname{ch} p + \frac{Z}{\sqrt{Z_e Z_s}} \operatorname{sh} p \right|.$$

Formons, ici encore, le produit : $e^{b_1} \cdot e^{b_2}$:

$$\begin{aligned} e^{b_1 + b_2} &= \left| \operatorname{ch}^2 p + \operatorname{sh}^2 p + \left(\frac{Z_s}{Z} + \frac{Z}{Z_s} \right) \operatorname{sh} p \operatorname{ch} p \right| = \\ &= \left| \operatorname{ch} 2p + \frac{1}{2} \left(\frac{Z_s}{Z} + \frac{Z}{Z_s} \right) \operatorname{sh} 2p \right| = \\ &= \left| e^{2p} + \frac{1}{2} \left(\frac{Z_s}{Z} + \frac{Z}{Z_s} - 2 \right) \operatorname{sh} 2p \right| = \\ &= e^{2p} \left\{ \left| 1 + \frac{1}{4} \left(\frac{Z_s}{Z} + \frac{Z}{Z_s} - 2 \right) (1 - e^{-4p}) \right| \right\}, \end{aligned}$$

ou, en prenant le logarithme des deux membres de cette égalité :

$$\frac{b_1 + b_2}{2} = b + \operatorname{Log} \left\{ \left| 1 + \frac{1}{4} \left(\frac{Z_s}{Z} + \frac{Z}{Z_s} - 2 \right) (1 - e^{-4p}) \right| \right\}.$$

Il est facile de voir que le terme de correction est, en général,

relativement petit. On peut s'en rendre sommairement compte de la façon suivante. Dès que b est supérieur ou égal à 1,5 le terme $|e^{-4p}|$ est négligeable devant 1 ; il reste alors seulement :

$$\text{Log} \left| 1 + \frac{1}{4} \left(\frac{Z_s}{Z} + \frac{Z}{Z_s} - 2 \right) \right|.$$

Supposons que nous n'ayons affaire qu'à des résistances pures, ou du moins à des impédances Z_s et Z ayant même argument, ce qui est un cas très défavorable ; une différence de 25 % dans le module se traduit alors par la correction :

$$\text{Log} \left| 1 + \frac{1}{4} \left(\frac{1,25}{1} + \frac{1}{1,25} - 2 \right) \right| = \text{Log} \left(1 + \frac{0,05}{4} \right) = 0,013.$$

Cet écart est, en général, absolument négligeable.

III. Une conséquence intéressante des équations précédentes est qu'on peut comparer avec une très bonne approximation au quadripôle ayant, une impédance image Z_s complexe avec une ligne sans déformation d'impédance Z (résistance pure), dès que l'affaiblissement à mesurer est supérieur à 1,25 ou même 1.

On peut, en effet, dans ces conditions, négliger e^{-4p} devant 1 sans erreur appréciable ; et, pour avoir alors le droit d'écrire

$$b_1 + b_2 = 2b,$$

il faut que :

$$\left| 1 + \frac{1}{4} \left(\frac{Z}{Z_s} + \frac{Z_s}{Z} - 2 \right) \right| = 1.$$

Posons $Z_s = \tilde{Z}_s e^{j\varphi}$, $\tilde{Z}_s$ étant le module et φ l'argument de Z_s ;

$$h_s = \frac{\tilde{Z}_s}{Z}.$$

Il vient :

$$\left| 1 + \frac{1}{4} \left(h_s e^{j\varphi_s} + \frac{4}{h_s} e^{-j\varphi_s} - 2 \right) \right| = 1,$$

ou :

$$\left(2 + h_s \cos \varphi_s + \frac{4}{h_s} - \cos \varphi_s \right)^2 + \left(h_s - \frac{1}{h_s} \right)^2 \sin^2 \varphi_s = 16,$$

$$h_s^2 + \frac{4}{h_s^2} + 2(\cos^2 \varphi_s - \sin^2 \varphi) + 4 + 4 \cos \varphi_s \left(h_s^2 + \frac{1}{h_s} \right) = 16.$$

Soit :

$$m = h_s + \frac{1}{h_s};$$

L'égalité précédente s'écrit :

$$m^2 + 4m \cos \varphi_s + 4 \cos^2 \varphi_s = 16,$$

$$m + 2 \cos \varphi_s = 4,$$

$$m = 4 - 2 \cos \varphi_s.$$

Comme m est toujours ≥ 2 , cette condition peut toujours être satisfaite.

Calculons d'ailleurs les valeurs correspondantes de h_s :

$$h_s + \frac{1}{h_s} = 4 - 2 \cos \varphi_s,$$

$$h_s^2 - 2h_s(2 - \cos \varphi_s) + 1 = 0,$$

$$\begin{aligned} h_s &= 2 - \cos \varphi_s \mp \sqrt{4 - 4 \cos \varphi_s + \cos^2 \varphi_s - 1} = \\ &= 2 - \cos \varphi_s \mp 2 \sin \frac{\varphi_s}{2} \sqrt{1 + \sin^2 \frac{\varphi_s}{2}}. \end{aligned}$$

Cette relation permet d'établir très simplement la correspondance entre chaque valeur de h_s (ou de $\frac{1}{h_s}$) et chaque système de valeurs de φ_s et de $|Z_s|$. On remarquera, en particulier, qu'une courbe de correspondance étant tracée toutes les autres courbes s'en déduisent par une simple homothétie par rapport à l'axe des φ_s .

Pour des valeurs de b plus petites que 1, la relation entre h_s et (Z_s, φ) comprend aussi la valeur de p , ce qui oblige à procéder par approximations successives. Il vaut alors mieux rendre h_s égal à 1. Des développements mathématiques plus poussés montrent que l'erreur absolue demeure suffisamment petite dans les cas qui sont susceptibles de se rencontrer en pratique. D'ailleurs, étant donné que la mesure suppose les deux extrémités du circuit accessibles, c'est-à-dire, en fait, la boucle de deux circuits, l'affaiblissement sera le plus souvent supérieur à 1.

Réalisation pratique. — L'appareil de mesure comprend une ligne artificielle réglable de centième en centième (trois manettes : unités, dixièmes, centièmes d'affaiblissement), mais d'impédance caractéristique fixée une fois pour toutes (par exemple, 500 ou 1000 ohms). Pour avoir la possibilité de faire varier la valeur apparente de cette ligne, on place, en série avec elle ou en dérivation entre ses

bornes d'entrée, une résistance réglable. Quelques condensateurs, convenablement choisis, peuvent d'ailleurs être adjoints à cette

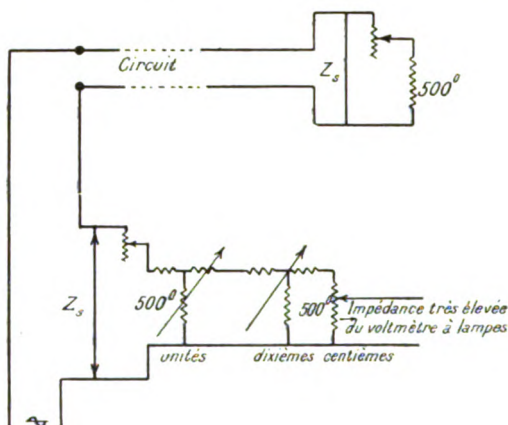


Fig. 4.

résistance afin de donner à la ligne artificielle un angle voisin de celui de la ligne réelle.

La résistance égale à Z , sur laquelle est fermée l'extrémité

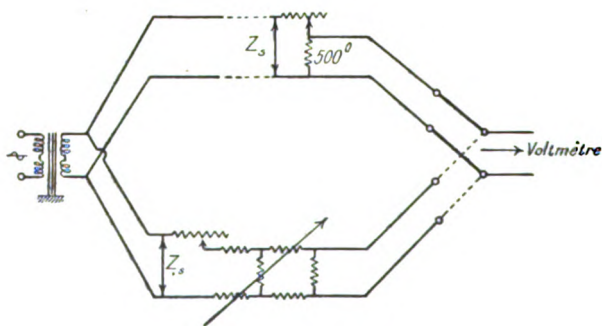


Fig. 5.

réceptrice de la ligne réelle mesurée, se compose d'une partie fixe égale à 500 ou 1000 ohms et d'une partie variable exactement dans les mêmes conditions que précédemment, une même manette à plusieurs balais permettant d'exécuter simultanément ce dernier réglage et le réglage considéré ci-dessus.

La figure 4 représente schématiquement le dispositif dans le cas du montage en série.

L'ensemble de l'installation, pour les deux mesures, est disposé comme l'indiquent respectivement les figures 5 et 6.

Les conditions expérimentales sont légèrement différentes de celles qui ont servi de base au calcul, mais il est aisé de s'assurer

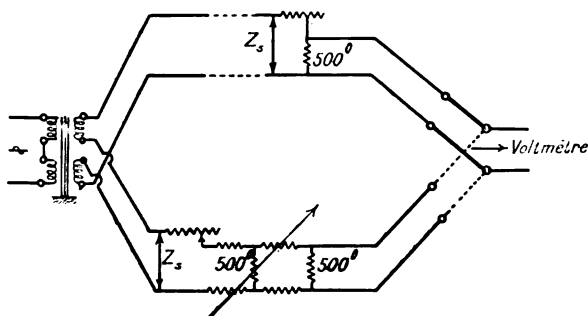


Fig. 6.

que les conclusions restent régoureusement les mêmes. On remarque, en effet, que, dans l'application des équations (α) et (β), ce ne sont plus les quantités U_e et U_s qui sont mesurées, mais des quantités U'_e et U'_s telles que

$$U'_e = U_e \cdot \frac{500}{Z},$$

$$U'_s = U_s \cdot \frac{500}{Z}.$$

On aura donc, dans le cas de la première mesure :

$$e^{b_1} = \frac{U'_e}{U'_s} = \frac{U_e}{U_s} = e^b \sqrt{\frac{Z_s}{Z_e}},$$

et dans le cas de la deuxième mesure :

$$e^{b_2} = \frac{500 \cdot I_e}{U'_s} = \frac{Z_s I_e}{U_s} = \sqrt{\frac{Z_s}{Z_e}} e^b.$$

Donc, là encore :

$$b = \frac{b_1 + b_2}{2}.$$

Cas d'une seule extrémité accessible. — Le principe de la méthode est identique ; mais, alors que dans le cas précédent il

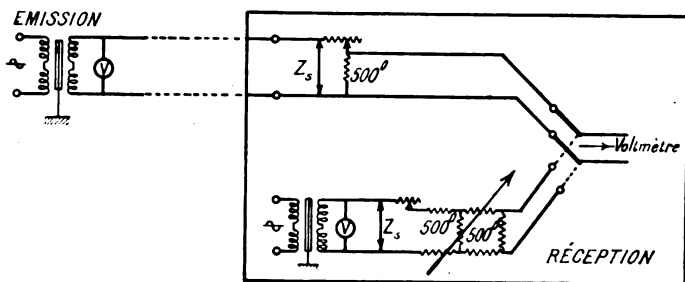


Fig. 7.

n'est fait usage d'aucun milliampermètre ou voltmètre étalonné, dans le cas présent il faut, au contraire, posséder deux appareils

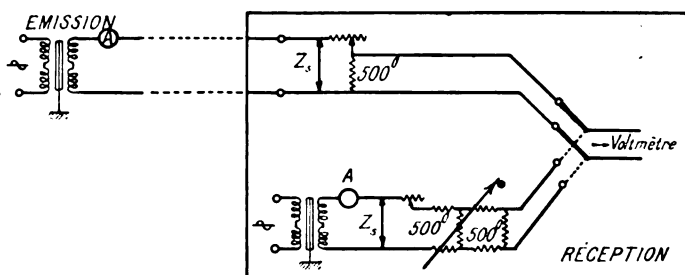


Fig. 8.

gradués de façon identique, placés l'un au poste émetteur, l'autre au poste récepteur ; il faut également deux oscillateurs.

Les schémas correspondant aux deux mesures sont représentés sur les figures 7 et 8.

Remarques. — 1° Les deux voltmètres V doivent donner la même indication. Les deux ampèremètres aussi.

2° Un même appareil peut, dans chaque poste, servir de milliampermètre et de voltmètre suivant les circonstances, ce changement étant réalisé très simplement par la clef de passage de la première mesure à la seconde.

La figure 9 donne une vue de l'appareil tel qu'il a été réalisé

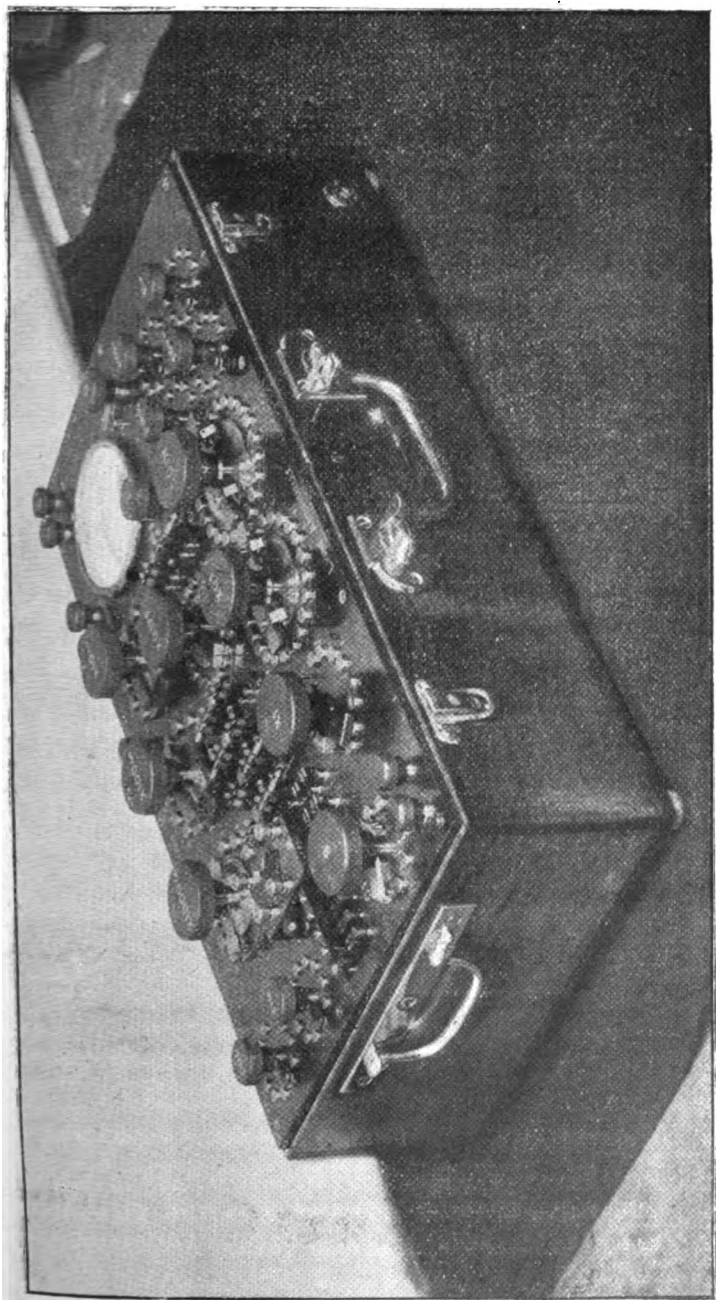


Fig. 8.

au Service d'études et de recherches techniques. Le voltmètre à lampes y est remplacé par un couple thermo-électrique qui est alternativement incorporé dans les 500 ohms sur lesquels est bouclée la ligne artificielle de comparaison ou dans les 500 ohms constituant la partie fixe de l'impédance Z_s qui termine le circuit étudié. A ce couple, est associé un microampèremètre à aiguille ou un galvanomètre portatif à faible résistance et à grande sensibilité (voy. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* : 1925, p. 662 : *Sur l'application des thermo-couples à la mesure des courants alternatifs de fréquence musicale*). Une telle disposition permet d'éviter l'emploi, au poste de réception, d'un oscillateur à fréquence variable et de batteries d'accumulateurs toujours lourdes et encombrantes. Une simple pile, en effet, est alors suffisante pour les mesures comparatives d'affaiblissement. En outre, l'influence des harmoniques dus aux courants alternatifs se trouve, de ce chef, sensiblement réduite.

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Sur les applications d'un type particulier d'amplificateur à réaction (P. LEJAY, *C.R. Acad. des sciences*, 29 août 1927).

— On sait qu'il est possible de provoquer les phénomènes dits de réaction, dans les appareils utilisant les lampes triodes, sans l'intermédiaire souvent gênant de selfs et de capacités, et d'étendre leurs effets amplificateurs à toutes les fréquences, et même à l'amplification des variations de courants continus.

Il suffit de disposer, dans le circuit de plaque d'une lampe L , (lampe amplificatrice), une résistance ohmique R assez faible pour ne pas troubler le régime de la lampe, et d'appliquer les variations de potentiel recueillies aux bornes de cette résistance à une seconde lampe (lampe de réaction) L' , dont le circuit de plaque contient une autre résistance R' disposée de telle sorte qu'elle fasse aussi partie du circuit de grille de la lampe L ; à toute variation du potentiel de grille de la lampe amplificatrice, correspond une variation supplémentaire du potentiel de la même grille (¹).

Soient K et K' les coefficients d'amplification en volts des lampes L et L' , r et r' leurs résistances intérieures ; supposons que leurs caractéristiques soient rectilignes, et que, R étant petit devant r , les potentiels de plaques puissent être considérés comme constants ; le courant de plaque i de la lampe L est donné en fonction du potentiel de grille u par une expression de la forme

$$i = \text{const.} + \frac{r' + R'}{K'} \cdot \frac{1}{\frac{r(r' + R')}{KK'} - RR'} u.$$

Les valeurs des résistances R et R' peuvent être choisies de telle sorte que le coefficient d'amplification du système soit très grand ; le système est alors au voisinage d'une discontinuité.

1. Kallitron (Taggart).

En combinant, par exemple, une lampe de réception dite de puissance et une lampe ordinaire, on peut prendre $R' = 40\,000$ ohms et R variable de 100 à 250 ohms.

L'appareil très simple ainsi réalisé se prête à un certain nombre d'applications variées que nous allons résumer. Il est intéressant de noter que toutes les expériences suivantes ont été faites avec le même appareil, qui ne contient, en dehors des lampes, qu'une résistance fixe et une résistance variable.

I. *Détection.* — Au voisinage de la valeur R_0 de R qui rend le coefficient d'amplification infini, l'expérience révèle une discontinuité irréversible : si, quand on fait croître lentement le potentiel de grille, l'augmentation brusque du courant de plaque se produit pour une valeur u du potentiel de grille, la diminution inverse ne se produira que pour une valeur u' plus petite ; la différence $u - u'$ est d'autant plus grande que $R - R_0$ est aussi plus grand et tend vers zéro en même temps que cette quantité.

Par suite, des oscillations assez amples pour provoquer chaque fois l'augmentation et la diminution du courant peuvent être directement enregistrées. On dispose alors d'un véritable relais par tout ou rien, présentant l'avantage sur les relais mécaniques de n'avoir aucun retard appréciable, et de plus, de détecter les courants de toute fréquence. Une seule lampe à réaction permet ainsi d'enregistrer par oscillographe à plume tous les signaux reçus convenablement au casque.

II. *Antiparasite.* — Si l'on règle R de façon que les signaux ne débordent que très légèrement l'intervalle uu' du paragraphe précédent, on élimine tous les atmosphériques d'amplitude inférieure aux signaux, trop faibles pour provoquer la variation brusque du courant de plaque : le relais ne fonctionne pas pour eux.

III. *Amplification.* — En donnant à R une valeur légèrement inférieure à R_0 , on obtient une forte amplification continue, pour toutes les fréquences. L'application de ce montage à l'amplification des variations de courants continus m'a permis de donner à mon électromètre amplificateur une sensibilité 10 fois supérieure à celle que j'ai indiquée dans une note précédente (1), tout en supprimant

1. *Compte rendus de l'académie des sciences* : 1924, p. 2171.

les batteries de liaisons entre les étages d'amplification, et par suite en diminuant l'encombrement et les sources de perturbation.

En basse fréquence, l'amplification par une seule lampe avec réaction correspond à celle qu'on obtient avec trois étages ordinaires.

IV. *Oscillateur*. — Si l'on introduit un circuit oscillant, soit dans le circuit de grille, soit dans le circuit de plaque, il oscille avec sa fréquence propre, quelle qu'elle soit. Un condensateur shunté par une résistance est aussi le siège de charges et de décharges régulières, pour des valeurs de R correspondant à la discontinuité. La constante de temps d'un tel système ayant été amenée au voisinage d'une seconde, la proximité d'une pendule à contact a suffi à maintenir le synchronisme absolu.

La combinaison de ce montage et du procédé d'émission de signaux par des pendules, sans contacts, que nous avons exposé précédemment ⁽¹⁾ constituerait un ensemble très simple d'enregistrement de battements dans les observatoires (une lampe à l'émission, deux lampes à la réception).

Sonneries de cloches par combinaison de solénoïdes et de condensateurs électrolytiques (M. DEVAUCHELLE, *L'Electricien*, 1^{er} mai 1927). — On sait qu'un solénoïde à noyau de fer plongeur exerce une attraction qui va en diminuant rapidement avec l'enfoncement du noyau parce que l'inductance va en augmentant.

Lorsque l'on met un condensateur convenable en série, on arrive à obtenir une attraction qui croît avec l'enfoncement du noyau parce qu'à ce moment le système approche de la résonance.

On a pu obtenir ainsi un mouvement de va-et-vient très régulier du noyau de fer à la fréquence d'une ou deux périodes par seconde sans que le circuit ait eu besoin d'être ouvert ou fermé périodiquement. Ce mouvement de marteau-pilon s'explique si l'on admet que la résonance est atteinte lorsque le noyau de fer arrive au milieu du solénoïde. A ce moment, l'attraction croît violemment et le noyau est projeté

1. *Compte rendus de l'académie des sciences* : 1927, p. 321.

plus loin dans le solénoïde par l'effet de l'inertie ; mais, dès qu'il a dépassé le centre, il n'y a plus résonance, et l'attraction devient beaucoup plus faible ; la pesanteur le fait redescendre, jusqu'à ce qu'il soit de nouveau repris par l'attraction due à la résonance, qui le fait remonter ; et ainsi de suite.

L'oscillation peut ainsi se poursuivre indéfiniment sans qu'il soit nécessaire d'interrompre le circuit.

Pour choisir le condensateur, il faut tenir compte qu'au voisinage de la résonance la tension s'élève et peut devenir mortelle pour les condensateurs au papier ; mais, en employant des condensateurs électrolytiques, l'appareil forme soupape de sûreté, et, si la tension s'élève trop au moment de la résonance, l'électrolyse apparaît et rien de fâcheux ne se produit.

En combinant convenablement l'inductance et la capacité, on peut arriver à n'avoir que des surtensions inférieures à 300 volts, et dans ces conditions le condensateur conserve toute sa capacité. L'effort d'attraction ainsi obtenu peut être considérable : il a atteint 30 kilogrammes dans des solénoïdes destinés à actionner des cloches.

INFORMATIONS.

Commémoration du cinquantième de l'appareil Baudot. — C'est en 1877 que fut mise en service la première installation Baudot et, depuis cette époque, le système, constamment perfectionné, s'est maintenu au premier rang parmi les appareils modernes.

En vue de célébrer ce cinquantième, un comité fut constitué, sous la présidence d'honneur de M. Bokanowski, ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, et sous la présidence effective de M. Deletête, conseiller d'Etat, secrétaire général des Postes et Télégraphes ; ce comité comprenait de hauts fonctionnaires de l'administration et des représentants de toutes les catégories du personnel.

Une souscription fut ouverte pour l'érection du buste de Baudot au poste central des télégraphes de Paris, où il vécut de longues années. Elle obtint un grand succès, tant dans la métropole que dans les colonies les plus lointaines, et l'on peut dire que ce buste, qui orne maintenant le vestibule Chappe du poste central, est l'hommage du personnel tout entier au génial inventeur.

Les cérémonies, arrêtées par le comité, se sont déroulées le mercredi 9 novembre.

Tout d'abord, à 9 heures, M. Montoriol, professeur à l'Ecole supérieure, fit une très intéressante conférence sur l'œuvre de Baudot, montrant, à l'aide de projections, toutes les transformations et les perfectionnements subis par le système, depuis l'origine jusqu'aujourd'hui.

L'inauguration du buste, œuvre du sculpteur Achard, eut lieu, à 10^h30, dans la cour du poste central. M. Serre, sous-directeur de l'Exploitation télégraphique, remit le buste à M. Bokanowski, ministre, qui prononça l'éloquente allocution suivante :

« On a mainte fois reproché à la France, et trop souvent à juste

« titre, de semer des idées et de laisser à d'autres, moins inventifs
 « mais plus pratiques, le soin d'en poursuivre l'application, leur per-
 « mettant ainsi d'en recueillir tous les bénéfices moraux et maté-
 « riels.

« Ce reproche ne peut cependant être appliqué à la télégraphie,
 « qui est, au contraire, d'origine essentiellement française : le système
 « de Chappe, conçu et réalisé en France, en 1793, est le premier qui
 « assura un service régulier et continu de télécommunication.

« Plus tard, lorsque la télégraphie électrique eut détrôné le télé-
 « graphe aérien, la France conquiert rapidement parmi les nations une
 « place prépondérante, aussi bien au point de vue des recherches
 « scientifiques qu'à celui de l'outillage proprement dit : en particu-
 « lier, la télégraphie multiple reste encore, à l'heure actuelle, son
 « domaine incontesté.

« C'est, en effet, en 1858, que Rouvier, directeur divisionnaire
 « des lignes télégraphiques, ouvrit une voie nouvelle, en formulant
 « le principe de la transmission multiple, permettant d'effectuer
 « simultanément, sur un seul fil de ligne, plusieurs transmissions,
 « dans le même sens ou en sens contraires. Puis Meyer, contrôleur des
 « lignes télégraphiques, réalisa, en 1872, son sextuple, fonctionnant
 « à l'aide de signaux Morse. Enfin Baudot, couronnant l'œuvre, en
 « 1877, donna au monde l'appareil à grand rendement, à la fois mul-
 « tiple et imprimeur, dont nous fêtons aujourd'hui le cinquantième
 « anniversaire.

« A l'heure actuelle, le baudot est répandu dans le monde entier,
 « où il s'est imposé par la robustesse et la régularité de son fonction-
 « nement, l'incomparable souplesse avec laquelle il s'adapte à tous
 « les besoins, l'énorme économie de fils de ligne que permettent les
 « mille combinaisons auxquelles il se prête, etc., etc...

« Il existe, il est vrai, dans quelques pays étrangers, d'autres
 « appareils multiples, dont il serait injuste de contester la valeur.
 « Mais tous emploient le code à cinq éléments, un distributeur ana-
 « logue, et les mêmes artifices pour le maintien du synchronisme et
 « la rectification des signaux à l'arrivée ; ils traduisent ceux-ci à
 « l'aide de combinateurs basés sur le principe de celui de Baudot. En un
 « mot, ce ne sont que des dérivés du baudot. De ce fait, les lois phy-

« siques immuables, les constantes électriques des lignes, qui assignent
« au baudot sa limite de rendement, leur sont applicables dans une
« mesure identique, sans aucune atténuation : ils ne peuvent donc
« prétendre à aucune supériorité sur leur inspireur, et le maximum
« d'ambition qui leur est permis est seulement d'arriver à l'égal.

« N'est-ce pas là le plus bel éloge qu'on puisse faire du baudot,
« que de constater qu'après un demi-siècle les efforts, l'ingéniosité
« des inventeurs de tous les pays se sont brisés contre cette sorte
« d'impossibilité de le surpasser ? Et l'on peut dire que l'appareil
« qui le supplantera sera basé sur un principe entièrement nouveau,
« comme celui du baudot l'était par rapport à ses devanciers. Mais,
« ce principe, on ne l'entrevoit pas encore.

« Il importe d'indiquer ici que l'ère nouvelle, qui s'ouvre à la
« télégraphie par l'emploi des courants alternatifs de fréquence
« acoustique ou de haute fréquence, bien loin de nuire à l'extension
« du baudot, ne pourra que la favoriser, car chacune de ces ondes
« porteuses, qui parcourent les fils sans se confondre, actionnera un
« baudot : prendre un autre appareil serait perdre une partie du béné-
« fice que procure le nouveau mode de transmission ; la carrière de
« notre appareil national ne peut ainsi que devenir plus brillante
« encore.

« C'est pourquoi nous devons apporter notre hommage recon-
« naissant au génial inventeur qui a porté glorieusement le nom
« français dans toutes les parties du monde. Cette notoriété univer-
« selle vient d'être, tout récemment, confirmée, renforcée : lors de la
« dernière session du Comité consultatif international des commu-
« nications télégraphiques, qui s'est tenue à Berlin au mois de no-
« vembre de l'année dernière, un éminent inventeur et constructeur
« anglais a, tout d'abord, prononcé cette parole, qui a retenti de
« façon émouvante dans les oreilles françaises : « On sent la grande
« ombre de Baudot planer sur cette conférence ». Puis, pour désigner
« une unité nouvelle, celle de la vitesse de transmission, il suggéra
« le nom de *baud*, abréviation de Baudot comme *volt* est l'abrévia-
« tion de *Volta*. Cette proposition fut adoptée à l'unanimité par les
« délégués du monde entier, présents à la réunion. Le nom de Baudot
« se trouve ainsi immortalisé, à côté de ceux d'Ampère et de Cou-

« lomb, qui ont déjà été donnés à d'autres unités de mesures, d'emploi quotidien et universel.

« Ce n'est pas nuire à la gloire de Baudot que de dire qu'il fut secondé dans ses travaux, et ensuite continué, par une foule de collaborateurs, séduits par la fécondité même des principes qu'il avait mis au jour : on doit citer, tout d'abord feu Jules Carpentier, l'éminent constructeur, membre de l'Institut, et son précieux ingénieur, M. Cartier, qui s'est attaché corps et âme à l'œuvre de Baudot.

« M. Robichon, alors inspecteur et plus tard directeur, adjoint à Baudot, collabora à tous ses travaux, puis lui succéda à la direction du service spécial des appareils Baudot, aux ateliers de l'administration. Il continua l'œuvre du maître et apporta maint perfectionnement à l'ensemble du système : en particulier, il remplaça le retransmetteur rotatif par un appareil statique remplissant les mêmes fonctions ; il contribua ainsi largement à la généralisation de ce merveilleux procédé de retransmission, qui donne au baudot une portée théoriquement illimitée.

« Feu Pierre Picard, inspecteur, par une conception entièrement nouvelle, réussit à faire fonctionner le baudot sur les câbles sous-marins franco-algériens, d'abord en double, puis en triple. Il bénéficia, dans cette tâche, de la collaboration active de M. de la Pous-sardière, chef de centre de dépôt, qui avait déjà prêté son concours à Baudot lui-même.

« La carrière de Baudot comporte un haut enseignement, qu'on ne saurait passer sous silence. Fils de cultivateurs sans fortune, il n'aurait jamais pu, par ses propres moyens, mener son œuvre à bonne fin ; sans doute eût-il succombé sous un fardeau trop lourd, et c'eût été une perte irréparable. Mais, dès qu'elle entrevit la valeur de ses conceptions, l'administration des Postes et Télégraphes le prit sous sa protection, le soutint moralement et financièrement : il put ainsi poursuivre ses travaux dans la sérénité que donnent, seules, l'absence de soucis matériels, la quiétude du lendemain. Entré à l'administration comme surnuméraire, puis commis, il put compléter son instruction générale et subir avec succès l'examen d'ingénieur.

« Et c'est l'honneur de notre démocratie que le génie (ou même le simple talent) puisse trouver ainsi l'aide efficace qui lui permet de se manifester et de donner toute sa mesure, sans que soient nécessaires les privilèges de la naissance ou de la fortune. »

Puis, le ministre remit la croix de chevalier de la Légion d'hon-



neur à MM. Robichon et de la Poussardière, qui, dès la première heure, furent les collaborateurs de Baudot, et sont aujourd'hui retraités.

A 15 heures, un concert artistique fut donné par la Symphonie des P.T.T..

Enfin, à 19h30, dans les salons de l'hôtel Lutetia, un banquet

réunit, sous la présidence de M. Léger, chef de cabinet, environ deux cents convives, comprenant les membres du comité, les délégués régionaux venus de toutes les parties de la France et de l'Algérie, et enfin de nombreux « anciens » qui, ayant assisté à l'évolution du merveilleux appareil, avaient tenu à s'associer à l'hommage rendu à l'inventeur. M. Couaillac, président du comité Baudot, prit le premier la parole : il remercia tous ceux qui avaient apporté leur concours au comité, et fit ressortir l'importance du rôle des dirigeants pour la bonne marche des installations Baudot. Puis dans une allocution très applaudie, M. Léger, chef de cabinet, après avoir excusé le ministre, s'attacha surtout à montrer quel fut le rôle de ceux qui ont continué l'œuvre de Baudot.

Telle fut cette belle journée, consacrée par le personnel à la gloire de l'un des siens.

La photographie ci-contre représente le sculpteur Achard (à gauche) présentant le buste, avant la fonte, à M. Emile Montoriol. Tous ceux qui ont connu Baudot seront frappés de la perfection avec laquelle l'éminent sculpteur a su, d'après une simple photographie, reproduire les traits du grand inventeur.

Exposition de la presse technique. — A l'occasion du congrès international de la publicité, qui s'est tenu à Chicago du 19 au 21 octobre dernier, fut organisée une exposition de la presse technique où figurèrent plus de vingt-cinq mille publications.

Congrès des matières premières. — Un congrès des matières premières a eu lieu à Berlin du 22 octobre au 13 novembre. Il était divisé en trois groupes : acier et fer, autres métaux, isolants électro-techniques. Environ deux cents communications y ont été présentées. Ce congrès était complété par une exposition, où fonctionnaient plus de deux cents machines d'essai des matières premières.

Transformation en automatique du réseau téléphonique de Berlin. — Le système adopté par l'administration allemande pour la transformation en automatique du réseau de Berlin est dérivé du système Strowger (avec double présélection). Le réseau de Berlin et de sa banlieue (Gross-Berlin), équipé en un système à un

million de lignes, doit être constitué, dans son état définitif, de la façon suivante.

Le réseau est divisé en neuf districts (Bezirk) (le dixième niveau des premiers sélecteurs de groupe est réservé aux appels à destination de l'interurbain, du trafic direct, de la police, et des pompiers). Chaque district comporte au maximum dix centraux principaux (Hauptamt) de 10.000 lignes. L'indicatif d'un abonné a la forme suivante : B.6. 4591, la lettre et le chiffre qui l'accompagne caractérisant d'une part le district, d'autre part le bureau principal. Sur les disques d'appel, les dix premières lettres de l'alphabet sont inscrites en regard des dix chiffres 1 à 0. Dans chaque district, un bureau nodal (Knotenamt) sert à l'acheminement des communications d'arrivée. Chaque bureau principal est relié directement à tous les bureaux principaux du même district et aussi à chacun des huit bureaux nodaux des huit autres districts. Les organes automatiques sont répartis de la façon suivante : les présélecteurs, les premiers, troisièmes et quatrièmes sélecteurs, ainsi que les connecteurs, sont placés dans les bureaux principaux ; les bureaux nodaux ne renferment que les deuxièmes sélecteurs utilisés pour les communications entre abonnés de districts différents ; les communications ne sortant pas du district empruntent des deuxièmes sélecteurs placés au bureau principal de l'abonné demandeur. Lorsque les circonstances l'exigent, une partie des organes normalement placés au bureau principal peut être transportée dans un bureau auxiliaire (Unteramt).

Les différents problèmes que pose, pendant la période de transformation, la coexistence de bureaux manuels et de bureaux automatiques ont été résolus de la façon suivante. Un abonné manuel qui désire obtenir un abonné automatique énonce à l'opératrice A de son bureau d'attache l'indicatif du bureau automatique du demandé : il est mis en relation, par une ligne auxiliaire libre, avec une position à clavier (connectée automatiquement à la ligne auxiliaire) placée au bureau nodal du district de l'abonné demandé (le mode de liaison est le même, que l'abonné demandé appartienne ou non au même district que l'abonné demandeur) ; le demandeur énonce alors l'indicatif complet de l'abonné demandé, auquel il se trouve relié par les organes automatiques commandés au moyen du clavier. Un abonné

automatique qui désire obtenir un abonné manuel compose sur son disque l'indicatif (lettre et chiffre) du bureau principal du demandé: il est relié à une opératrice de ce bureau, qui reçoit sa demande (indicatif complet du demandé) et établit manuellement la connexion.

Dans l'annuaire, les numéros des abonnés sont présentés sous la forme suivante :

N..... F 2 Neukölln 4583.

On a maintenu le nom du bureau (Neukölln) à côté de son indicatif (F 2) ; ainsi, pendant la période transitoire, les anciens abonnés manuels peuvent appeler leur correspondant à la manière habituelle ; un petit tableau accolé à chaque poste téléphonique indique d'ailleurs la correspondance entre les noms et les indicatifs des bureaux ; sur ce tableau, les bureaux automatiques sont soulignés, et l'abonné (automatique) sait ainsi quel mode d'appel il doit utiliser. Lorsque les quatre derniers chiffres de l'indicatif d'un abonné doivent changer par suite de son rattachement à un nouveau bureau automatique, l'annuaire mentionne un double indicatif :

N.....Lichterfeld 4591.

G 6 Breitenbach 1459.

A la fin de l'année 1927, huit bureaux automatiques étaient en service (40.000 lignes). Les neuf bureaux nodaux fonctionnent tous depuis le mois d'avril 1927. La transformation complète du réseau de Berlin (qui compte à l'heure actuelle 255.000 abonnés et 46 bureaux) doit être achevée en 1942.

A.H. et R.B.

Deux cas curieux de court-circuit sur lignes d'énergie. — Les deux accidents suivants, qui se sont produits tous deux sur des lignes d'énergie à 60.000 volts dans la région du midi de la France, ont été récemment portés à la connaissance du Comité d'électricité.

1° Les fils d'une ligne d'énergie étaient surchargés par une épaisse couche de neige. Dans une portée, ces fils effectuaient une rotation destinée à permuter leurs emplacements sur les appuis, et, par suite de cette rotation, les deux fils inférieurs se trouvaient, en un certain point, sur la même verticale. La couche de neige recouvrant le fil inférieur étant tombée brusquement par suite d'une cause accidentelle,

ce fil subit de ce fait une sorte de détente en coup de fouet produisant des oscillations dans le plan vertical. La distance avec le fil supérieur s'en trouva momentanément réduite et un arc put s'amorcer entre les deux fils, ce qui produisit le fonctionnement des disjoncteurs et divers troubles sur la ligne et les circuits téléphoniques voisins.

2° Dans un champ situé au voisinage d'une ligne d'énergie, la récolte d'avoine récemment fauchée n'avait pas encore été mise en gerbes ; des parcelles de cette récolte, soulevées par un vent violent, furent projetées sur les fils. Progressivement, par glissement le long de ces fils sous l'influence du vent, une certaine accumulation d'avoine se produisit au voisinage de l'un des isolateurs, d'où résulta l'amorçage d'un arc entre l'un des fils et la ferrure du pylone. Des perturbations analogues à celles qui ont été constatées dans le cas précédent se manifestèrent naturellement sur le réseau d'énergie et les communications téléphoniques voisines.

BIBLIOGRAPHIE.

Acoustique générale. Ondes aériennes, par H. BOUASSE.
Paris, Delagrave, 1925. 1 vol. in-8° de xxiv + 544 pages.

Cet ouvrage est le premier d'une série de quatre volumes consacrés à l'étude de l'acoustique.

Dans une première partie, sont étudiés les échelles de sons, le mode de production des sons, les caractères de différents phénomènes sonores (sons interrompus, d'intermittence de variation ; sons résultants). L'analyse de ces phénomènes repose sur la théorie physique de l'audition et sur les propriétés des résonateurs. Cette partie consacrée aux généralités est remarquable par la précision avec laquelle sont posés les problèmes. Des expériences classiques, des relations d'observations d'auteurs anciens, physiciens ou musiciens, des manipulations faciles à reproduire permettant de se faire une idée exacte des phénomènes qu'il convient d'interpréter correctement en dépit de leur complexité. De nombreux exemples sont donnés, qui permettent de bien comprendre le sens physique restreint que possèdent les développements en série de Fourier, de fonctions non parfaitement périodiques, ce qui est le cas, en particulier, de fonctions qui n'existent que dans un intervalle fini de valeurs de la variable. De même est-il bien insisté sur le fait, très connu des mathématiciens mais trop facilement oublié dans la pratique, qu'en ne retenant d'une série de Fourier que quelques termes apparemment prépondérants on n'est nullement assuré d'avoir une représentation suffisamment approché de la fonction développée en série.

La seconde partie du volume est consacrée à l'étude des ondes qui se propagent dans un milieu élastique indéfini (atmosphère ou eau). Elle comprend notamment l'étude de la vitesse du son, des précisions sur la notion d'amplitude des ondes aériennes, l'étude des ondes planes, des phénomènes de réflexion, de réfraction et d'interférence, l'étude des ondes sphériques et cylindriques, l'étude des

ébranlements d'amplitudes finies, la théorie des effets sonores des sources en mouvement. L'auteur ne manque jamais d'insister sur la complexité des faits expérimentaux et sur les erreurs qu'il convient d'éviter lors de leur interprétation, si l'on veut pousser un peu loin les développements de calcul... A cette époque, où l'on se propose d'établir des relations précises entre les caractéristiques des sons développés devant un système de transmission téléphonique et les caractéristiques des sons reproduits, la lecture de ce traité est particulièrement utile et intéressante.

L.-J. C.

Initiation aux méthodes vectorielles et aux applications géométriques de l'analyse, par G. BOULIGAND, professeur à l'université de Poitiers, et G. RABATÉ, chargé de conférences à l'université de Poitiers. Paris, Vuibert, 1926. 1 vol. in-8° de VIII + 215 pages.

Leçons de géométrie vectorielle préliminaires à l'étude de la théorie d'Einstein, par Georges BOULIGAND, professeur de mécanique rationnelle à l'université de Poitiers. Paris, Vuibert, 1924. 1 vol. gr. in-8° de VIII + 356 pages.

On ne saurait mieux indiquer le caractère et les mérites de ces deux ouvrages qu'en citant la préface écrite par M. Goursat pour le second : « (Les lecteurs) feront, avec le calcul vectoriel comme fil conducteur, fil un peu ténu peut-être parfois, à ce qu'il m'a semblé, un beau voyage mathématique. Ils parcourront sans doute, dans ce voyage, des pays nouveaux pour eux, mais ils reverront aussi beaucoup de régions qu'ils ont déjà traversées, ou du moins entrevues, au cours de leurs études classiques, et ils seront surpris de constater combien les paysages qu'ils croient le mieux connaître offrent d'aspects inattendus, quand on les regarde d'un nouveau point de vue. Et c'est souvent à partir de ce moment-là qu'ils auront vraiment compris, dans le sens élevé du mot... (M. Bouligand) sait fort bien que tout mathématicien qui veut écrire sur un sujet nouveau et difficile a deux devoirs essentiels à remplir. Tout d'abord, il ne doit pas ajouter, aux difficultés inhérentes au sujet lui-même, des difficultés accessoires, soit par la complication des notations, soit par l'introduction prématurée de ces généralisations encombrantes dont par-

lait Halphen. Le second devoir, peut-être le plus difficile pour certains, est de bien mettre en évidence les véritables difficultés de la question, et non de chercher à les dissimuler par des artifices plus ou moins brillants. Le rôle de l'auteur est d'éclairer le lecteur, non de l'éblouir par sa virtuosité. L'exposition de M. Bouligand me paraît satisfaire à ces deux conditions... »

Le premier de ces deux ouvrages, composé à l'usage des élèves de mathématiques spéciales et des élèves des facultés des sciences, fait revoir, après trois courts chapitres sur les éléments du calcul vectoriel, la théorie des moments et des systèmes de vecteurs glissants, la géométrie des courbes et des surfaces, les problèmes classiques d'intégration, traités d'une manière intuitive que les étudiants ne connaissent pas toujours. Il se termine par un choix d'une soixantaine d'exercices, propres à illustrer et à faire mieux comprendre les méthodes employées dans le cours du livre.

Le deuxième ouvrage est d'un niveau mathématique et philosophique plus élevé. Il ne se résume pas. Nous nous contenterons de reproduire l'appréciation de M. Goursat : « M. Bouligand a divisé son ouvrage en trois parties, consacrées respectivement aux opérations vectorielles en géométrie linéaire, en géométrie métrique et aux opérations infinitésimales. Cette division paraît naturelle, et les idées s'enchaînent avec une logique incontestable, sans aucune monotonie... ». La partie de l'ouvrage qui constitue les préliminaires à l'étude des théories d'Einstein comprend trois notes sur les principes du calcul tensoriel, sur les multiplicités de Riemann à plus de deux dimensions, sur les principes de la géométrie : en tout, une cinquantaine de pages. On y trouve le même souci d'*expliquer* que dans le corps de l'ouvrage.

R.H.

Le gérant :

HENRI DÉVÉ.

LA POSTE AÉRIENNE, (1)

par M. LEBON,
directeur de l'Exploitation postale.

L'objet essentiel de la poste est de transmettre les correspondances dans les meilleures conditions de rapidité et de sécurité. L'administration a donc pour obligation impérieuse de suivre l'évolution des différents modes de transport. Les progrès de la science aéronautique devaient, naturellement, conduire à l'idée d'employer la voie aérienne.

C'est ainsi qu'avant la guerre, déjà, l'emploi d'avions entre Paris et les ports d'attache des paquebots avait été envisagé pour l'acheminement des correspondances postales à destination d'outre mer. Les premiers essais eurent lieu en octobre 1913, sur le courrier des Antilles et de l'Amérique centrale remis aux services de Paris après le départ des trains-poste desservant les ports d'embarquement, Bordeaux et Saint-Nazaire.

Le succès de cette expérience provoqua l'étude de l'organisation de services postaux aériens. Les événements de 1914 retardèrent la réforme.

L'idée en fut cependant reprise pendant la guerre. En août 1918, un service fut organisé pour relier Paris aux villes du Mans et de Saint-Nazaire, que l'armée américaine avait choisies comme bases de ravitaillement et de concentration. Un gain de temps de 12 heures était réalisé. Mais le coefficient de régularité obtenu, 40 % environ, était faible.

En mars 1919, était inauguré un service postal aérien Avignon—Nice, qui devait constituer l'amorce d'une ligne Paris—Nice.

Indépendamment des lignes de Paris à Saint-Nazaire et d'Avi-

1. Conférence faite dans l'amphithéâtre de la Société des ingénieurs civils de France, sous les auspices de la Société française de navigation aérienne.

gnon à Nice, l'administration des Postes utilisait des lignes aériennes organisées pour suppléer aux moyens rapides de communication qui faisaient encore défaut.

Ces expériences ont montré qu'au point de vue postal l'avion présente de grands avantages. Mais l'exploitation des services était particulièrement onéreuse ; il fallut renoncer à la poursuivre. Les entreprises d'initiative privée commençaient d'ailleurs à apparaître, et la création, en 1919, d'un service d'aéronautique permit d'orienter et de coordonner les efforts.

Organisation actuelle. — Le service de l'Aéronautique a dans ses attributions l'organisation de tout le réseau des communications aériennes. A ce service incombe l'examen de toutes les questions concernant les lignes aériennes : cahier des charges de chaque concession, clauses de tout ordre et, notamment, clause postale, subventions à allouer, conditions générales d'exploitation, etc...

Depuis 1919, le service de l'Aéronautique a donc seul l'initiative en matière de création des lignes. L'administration des Postes ne peut qu'utiliser celles qui sont mises en service. Son rôle se trouve ainsi limité : l'importance matérielle, au point de vue des résultats à attendre de l'exploitation des lignes concédées, en apparaît seulement par la répercussion plus ou moins sensible que peut avoir sur le « compte de gestion » des compagnies, l'attribution des *sur-taxes postales*, dont la perception a été autorisée par la loi de finances du 12 août 1919.

Le système des subventions allouées aux entreprises fait, en effet, varier l'importance de la prime de parcours avec les résultats financiers obtenus. Toute recette a donc une influence directe sur le montant des subventions. Or, parmi les recettes dont il faut tenir compte, figurent celles qui proviennent des transports postaux. L'intérêt de l'État est, par conséquent, d'assurer le développement de ces transports, ce qui implique une collaboration du service de l'Aéronautique et de l'administration des Postes.

Un examen rapide du réseau actuellement en exploitation permettra de dégager les mesures désirables pour son amélioration et son développement.

Ce réseau comprend (fig. 1) :

1^o *Les lignes de la compagnie Air Union :*

Antibes—Ajaccio—Tunis : Deux départs par semaine : lundi et jeudi. Prochainement, sera mise en service une section Ajaccio—Bône. Le trafic de cette ligne est en progression très marquée.

Paris—Londres : Deux départs par jour. Progression lente du trafic, en raison de la rapidité des moyens de communications ordinaires.

Paris—Lyon—Marseille : Service quotidien (dimanche excepté). Ligne de création récente, mais dont l'importance s'accroîtra rapidement.

Lyon—Genève (Supprimée en hiver).

2^o *Les lignes de la compagnie Farman :*

Paris—Cologne—Essen—Berlin : Service quotidien (sauf le dimanche) ; de compte à demi avec la Lufthansa. A Cologne, correspondance avec tout le réseau allemand.

Paris—Bruxelles—Amsterdam : Service quotidien (sauf le dimanche). En liaison avec les lignes de la Société d'aérotransport de Stockholm (A.B.A.) et de la Compagnie royale hollandaise (K.L.M.). Le trafic est en progression sur ces lignes, en particulier sur celle de Malmö, qui assure une bonne liaison avec les pays scandinaves.

3^o *Les lignes de la Compagnie internationale de navigation aérienne (C.I.D.N.A.) :*

Paris—Strasbourg—Nuremberg—Prague—Varsovie—Vienne—Budapest—Belgrade—Bucarest—Constantinople : Service quotidien en été (sauf le dimanche) ; tri-hebdomadaire au début et en fin de saison ; supprimé en hiver. Cette ligne, bien que présentant le plus grand intérêt, voit son trafic se développer lentement ; elle a contre elle, au point de vue postal, sa périodicité irrégulière.

4^o *Les lignes Latécoère :*

Toulouse—Perpignan—Tanger—Rabat—Casablanca : Service quotidien.

Marseille—Perpignan : Service quotidien (sauf le lundi).

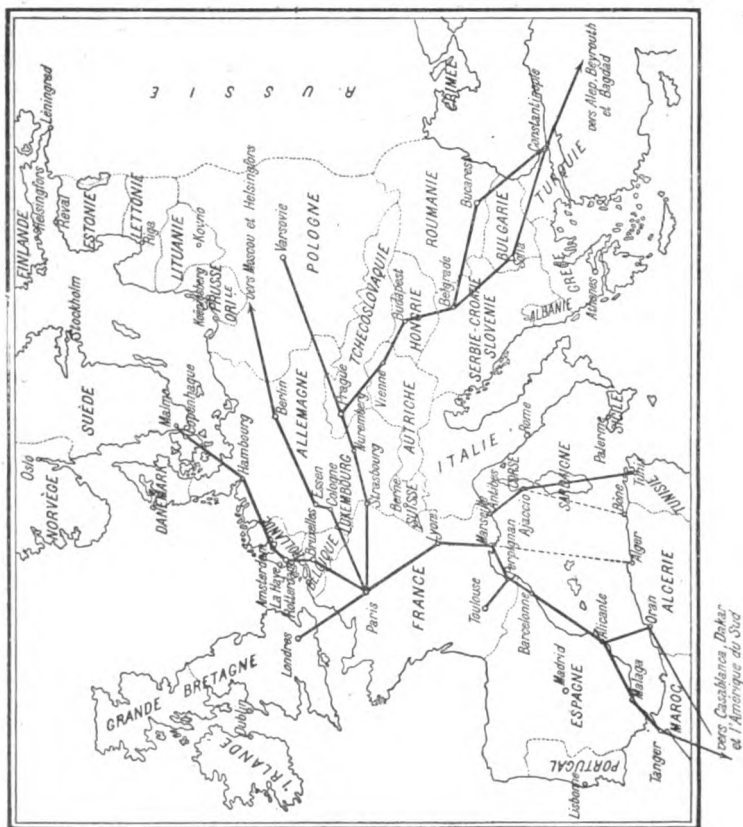


Fig. 1. — Lignes françaises en service.

Casablanca—Rabat—Fez—Oran : Deux fois par semaine : mercredi et dimanche).

Oran—Alicante : Quatre fois par semaine.

Casablanca—Agadir—Cap Juby—Saint-Louis—Dakar : Service hebdomadaire : samedi.

C'est le groupe le plus actif de notre réseau postal aérien ; il suffit d'indiquer que la ligne Toulouse—Rabat assure le transport de 25 % du trafic total des lettres dans le sens France—Maroc ; la proportion s'élève à 40 % dans le sens Maroc—France (poids : 3000 kilos par mois dans chaque sens). Sur la section Casablanca—Dakar, le poids des correspondances, qui était de 220 kilos en janvier 1927 dernier, a été de 340 en juillet ; malgré les difficultés du parcours, le service est assuré avec une régularité de 95 % ; l'exploit récent de Mermoz et Negrin (Toulouse à Saint-Louis du Sénégal en 23 heures) montre le degré de perfection atteint.

Je dois ajouter que les extensions suivantes sont en perspective pour un avenir très prochain.

La Compagnie aérienne France—Algérie est en voie de résoudre les dernières difficultés techniques d'une liaison directe Marseille—Alger. Le trajet se trouvera abrégé de 24 heures au moins. Inutile de souligner l'importance d'un tel résultat.

Poursuivant la réalisation du projet France—Amérique du sud qu'elle présentait dès 1918, la Compagnie Latécoère organise l'exploitation du parcours Pernambuco—Rio-de-Janeiro—Montevideo—Buenos-Ayres. La liaison Dakar—Pernambouc sera provisoirement assurée par bateaux spéciaux et Buenos-Ayres se trouvera à 8 jours de la France.

Mais cette situation transitoire sera de durée limitée : la magnifique réussite de Costes et le Brix en est un sûr garant ; bientôt, le service par hydravions Saint-Louis—Iles du Cap vert—Iles de Norona—Pernambouc mettra Buenos-Ayres à six jours de Paris. Je n'insiste pas sur les conséquences heureuses d'une telle communication avec les pays de l'Amérique latine où nous comptons tant de sympathies, où nous avons tant d'intérêts matériels et moraux.

Le réseau aérien actuel offre, dans son ensemble, de belles possi-

bilités de développement. La courbe du trafic postal aérien depuis 1920 (fig. 2) est suggestive à cet égard :

en 1920	200.000	correspondances,
en 1921	380.000	—
en 1922	1.500.000	—
en 1923	2.800.000	—
en 1924	3.700.000	—
en 1925	7.000.000	—

Cette pointe de 1925 est causée, en partie, par l'expédition du Maroc. Le retour aux conditions normales, en 1926, se traduit par un fléchissement : 5 millions 1/2 de correspondances. Mais on voit que la progression reprend **immédiatement** ; le chiffre de 1925 sera retrouvé, sinon dépassé, cette année.

Cependant, les raisons d'ordre postal pur n'ont pu, jusqu'à présent, conditionner la création et l'organisation des lignes de navigation aérienne. C'est ainsi que les parcours, les horaires, la périodicité, ces éléments primordiaux de tout trafic postal, ont été subordonnés à d'autres considérations qui avaient, certes, leur importance, mais qui n'ont pas favorisé le développement de la poste aérienne. Je citerai, très succinctement, quelques exemples : Dans le service avec la Corse, nous voyons le point de départ sur le continent fixé à Antibes ; cependant, au point de vue postal, le choix de Marseille était préférable. — Pendant la saison d'été 1927, l'horaire de la ligne Londres—Paris—Lyon—Marseille était le suivant :

départ de Londres à 9^h,

départ de Paris à 12^h15,

arrivée à Marignane à 18^h,

trop tard pour permettre la distribution le soir même à Marseille autrement que par l'emploi de l'express, moyen onéreux qui écarte la clientèle. — Si l'on envisage la périodicité, l'institution de services tri-hebdomadaires, sur tout ou partie de certains parcours, est une conception qui n'a rien de postal. Il serait préférable d'assurer un service quotidien pendant un délai plus court et de supprimer les sections en service tri-hebdomadaire. Tel est le cas de la

ligne Paris—Prague—Varsovie—Constantinople, qui constitue, par ailleurs, un bel effort de réalisation.

Il faut rechercher dans ces erreurs la cause des résultats par-

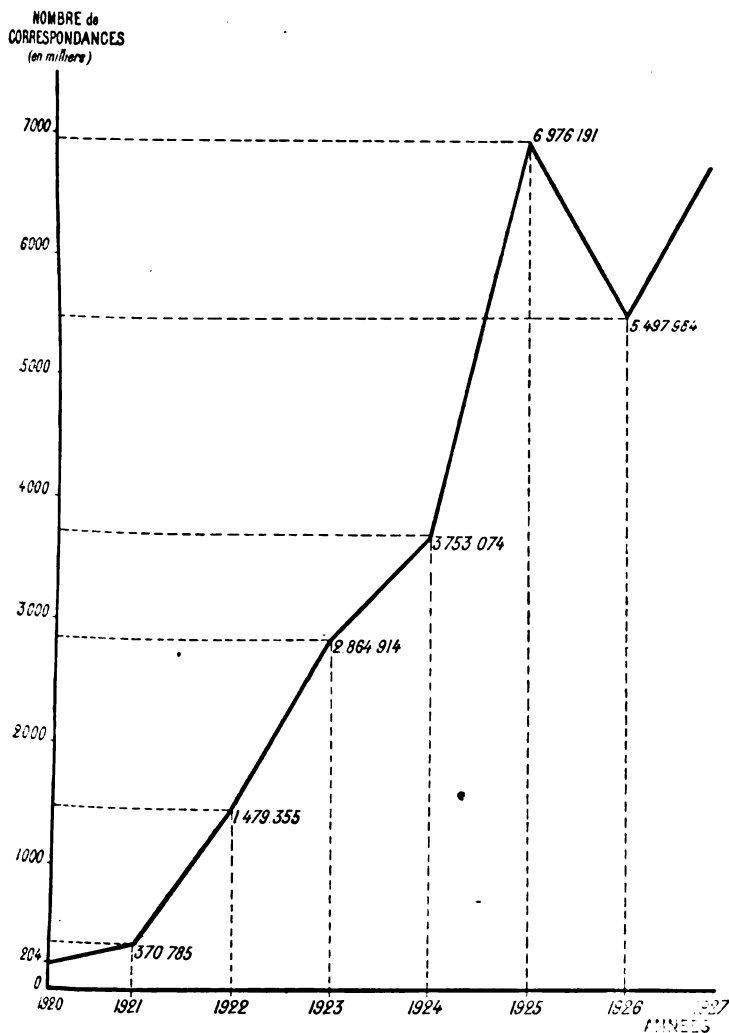


Fig. 2. — Courbe du trafic de 1920 à 1926.

fois peu satisfaisants, au point de vue postal, dans l'exploitation de certaines lignes.

Le succès rencontré par la ligne France—Maroc ne fait que con-

firmes ce point de vue. Outre les éléments particulièrement favorables à son essor constitués par la longueur du trajet, le gain de temps réalisé sur la voie maritime (voie relativement lente), il faut reconnaître que cette ligne a été conçue dans un but postal. On trouve, en effet : régularité dans l'exécution du service, choix heureux du point de départ de la ligne, horaire en correspondance avec les trains-poste de nuit..., éléments qui se sont traduits par une augmentation continue de trafic.

La conclusion à tirer des indications qui précèdent est que, pour favoriser l'essor de la poste aérienne, il convient, dans les études préliminaires à toute création de ligne, de tenir le plus grand compte des besoins de la clientèle.

Le trafic postal semble le plus facile à conquérir ; il deviendra rémunérateur et constituera un élément important de l'aviation commerciale. Cette constatation a été faite à différentes reprises par les représentants eux-mêmes des compagnies de navigation aérienne. Le fret postal donne une recette régulière, assurée, et qui n'est pas soumise aux préférences du moment, à la mode, à des soucis de confort, etc... L'administration des Postes est à même de faciliter l'afflux, non seulement de la clientèle nationale, mais aussi de la clientèle internationale, par le transit des courriers d'origine étrangère. Elle est également en mesure de fournir des indications sur le meilleur itinéraire à adopter pour drainer les courants d'échanges postaux.

Trois conditions principales sont à réaliser pour attirer le fret postal : rapidité, régularité, horaires bien choisis.

Au point de vue de la rapidité, nos services aériens ne fonctionnent encore que le jour. Sur les lignes à grande distance, ou desservies par des moyens peu rapides comme les paquebots, l'inconvénient est relatif ; mais sur les petites distances et sur les lignes en concurrence avec le chemin de fer, l'inconvénient est grave. La correspondance-avion perd pendant la nuit tout le bénéfice de temps réalisé pendant le jour. A la base du développement de l'aviation postale, il faut donc placer la création de services de nuit. La plus grande partie du courrier postal est, en effet, expédiée le soir ; les services de nuit transportent le maximum de correspondances. Avec des

services aériens de nuit, sur les parcours ne dépassant pas 1000 kilomètres, toute lettre expédiée par avion le soir pourra bénéficier de la première distribution à l'arrivée à destination, résultat qui ne peut être atteint avec la voie ferrée que dans un rayon limité. Le voyage nocturne serait également un élément de réussite sur les lignes à long parcours, car le gain de temps réalisé sur les autres moyens de transport deviendrait plus grand et, partant, attirerait le trafic postal.

Au point de vue de la régularité, il importe que l'expéditeur connaisse de façon sûre les heures de départ, les jours de fonctionnement des services. A l'heure actuelle, les départs d'avions sont quotidiens sur une ligne, bi-hebdomadaires, tri-hebdomadaires sur d'autres ; ici, une ligne fonctionne le dimanche, là, elle pratique le repos dominical. C'est tout un travail de consultation préalable de l'indicateur lorsqu'on désire employer la poste aérienne. De plus, tel service ouvre le 15 février et cesse le 30 septembre ; tel autre n'ouvre que le 15 avril ou le 1^{er} mai, mais fonctionne jusqu'au 30 octobre ; tel autre encore est quotidien du 15 avril au 1^{er} novembre, mais tri-hebdomadaire du 15 février au 15 avril et du 1^{er} au 15 novembre ! Ces variations éloignent la clientèle. Les conditions atmosphériques ayant inévitablement une influence prépondérante sur l'exploitation des services aériens, il serait du moins rationnel de faire coïncider, pour toutes les lignes, les services d'été et d'hiver. Sur les lignes extra-européennes, si les départs ne peuvent être quotidiens, ce qui présente moins d'intérêt en raison du gain de temps restant toujours réalisé, il faudrait que les jours de départ fussent fixés une fois pour toutes. Cette simplification amènerait le grand public à se familiariser avec la poste aérienne.

Quant aux horaires, il importe de se rapprocher le plus possible de celui qui tiendrait compte à la fois de l'arrivée et du départ des trains-poste ou paquebots, de la correspondance avec les services aériens, de l'heure de dépôt convenant le mieux au public, des coïncidences à établir aux diverses escales pratiquées, etc... Il est difficile, mais non pas impossible, de réunir souvent la plupart de ces avantages. Chaque cas particulier doit être examiné : c'est procéder pour les services aériens avec les méthodes suivies avec fruit en ce

qui concerne les services par voie ferrée et les services maritimes. Le choix d'horaires judicieux de jour et de nuit a plus d'importance encore dans le cas des lignes courtes que dans le cas des lignes longues. Sur les faibles parcours, la concurrence faite par le rail est grande ; si le service aérien veut l'emporter, il lui faut employer toutes ses ressources. L'horaire est ici un élément primordial de succès, mais il en est un autre, c'est le choix de l'aéroport.

La durée du transport des correspondances entre les bureaux de poste et les aérodromes, tant au départ qu'à l'arrivée, se fait d'autant plus sentir que le parcours aérien est plus court. Pour réduire la perte de temps au minimum, les aérodromes devraient, autant que faire se peut, être à proximité immédiate des localités qu'ils desservent et reliés aux bureaux de poste par des services automobiles rapides.

Si la ligne courte n'est pas très intéressante en elle-même, elle peut, par contre, être de bonne exploitation lorsqu'elle est raccordée à une grande ligne internationale : elle joue, en quelque sorte, le rôle d'affluent à un grand fleuve. Selon l'heureuse expression du maréchal Lyautey, les lignes courtes ainsi conçues constituent une sorte de « cabotage aérien », capable, non seulement d'alimenter heureusement un service à grande distance, mais peut-être même de couvrir ses frais, les dépenses d'exploitation étant moindres.

Programme d'organisation rationnelle du réseau intérieur français. — Ces considérations ont conduit l'administration des Postes à élaborer un programme d'organisation rationnelle du réseau postal aérien à l'intérieur du territoire français.

Les dimensions de ce territoire (environ 1000 kilomètres sur la diagonale la plus longue), les positions voisines des villes importantes font que le réseau aérien intérieur sera composé de sections de lignes relativement courtes, c'est-à-dire comportant des aléas particuliers. Il a été nécessaire, dès lors, de prévoir non seulement le schéma du réseau, mais aussi les organisations de terre à réaliser pour obtenir le maximum de rapidité dans les transmissions entre les aéroports et les expéditeurs ou les destinataires.

J'énumérerai les directives suivies dans l'élaboration du plan de réseau intérieur.

Ses tronçons doivent naturellement être orientés parallèlement aux grands mouvements d'échange. A cet égard, les statistiques du trafic postal, rapprochées des statistiques télégraphiques et téléphoniques, fournissent de précieux renseignements, les courants postaux, télégraphiques, téléphoniques, étant conditionnés par les courants commerciaux. Or les échanges les plus actifs ont lieu entre Paris et les villes chefs-lieux de région, entre ces villes elles-mêmes, et entre Paris et les ports ou les gares frontières. Le réseau devra donc relier toutes ces villes entre elles.

Cela conduit à envisager non pas la création de lignes indépendantes, dont le trafic serait limité aux correspondances échangées entre les localités terminus, mais plutôt de grandes transversales reliant les ports entre eux, les ports et les frontières, etc..., et capables de drainer le trafic international en transit par la France. Toutes ces transversales, articulées entre elles, offrent l'avantage de donner, d'une manière générale, deux itinéraires pour une même destination. Plusieurs voies d'acheminement étant possibles, l'arrivée rapide à destination se trouve assurée.

Le plan ainsi conçu se trouve calqué sur le plan des grandes voies ferrées. La concurrence du rail est inévitable et l'avion devra lutter en utilisant sa vitesse.

Celle-ci serait, d'ailleurs, inopérante si la régularité du service n'était pas obtenue et si les horaires étaient mal choisis. Il faut donc réaliser la correspondance entre les différents services, tout en réduisant au minimum les battements entre les arrivées et les départs. Le rôle de l'administration des Postes est de mettre en œuvre tous les moyens de nature à économiser le temps :

- au départ,
- à l'arrivée,
- aux points de transbordement ;
- d'où la nécessité d'envisager la création :
 - de services de jonction très rapides,
 - de distributions nouvelles,
 - de bureaux de tri sur les aéroports.

Ces mesures concourront à assurer la rapidité de transmission depuis l'expéditeur jusqu'au destinataire.

L'administration prévoit, dans cet esprit, les lignes aériennes postales suivantes (fig. 3) :

A. Sept lignes *rayonnantes* partant de Paris :

- 1^o Paris—Amiens — { Calais—Londres ;
Lille—Belgique ;
- 2^o Paris — Reims — { Mézières—Allemagne ;
Nancy—Strasbourg—Europe centrale ;
Mulhouse—Suisse ;
- 3^o Paris — Dijon — { Lyon—Marseille—Antibes (avec prolon-
gement sur l'Algérie, la Tunisie et la
Corse, et éventuellement sur l'Italie) ;
- 4^o Paris—Clermont-Ferrand—Toulouse—Marseille ;
- 5^o Paris — Tours — { Bordeaux—Bayonne ;
Nantes—la Rochelle ;
- 6^o Paris—Rennes—Brest ;
- 7^o Paris—Rouen—le Havre—Cherbourg ;

B. Cinq lignes *transversales* complétant le dispositif précédent :

- 1^o Bordeaux—Toulouse—Montpellier—Marseille ;
- 2^o Bordeaux—Rennes— { Limoges—Clermont- { Genève ;
Tours— { Ferrand—Lyon— { Mulhouse-Stras-
bourg ;
- 3^o Cherbourg—Rennes—Nantes—la Rochelle—Bordeaux ;
- 4^o Rouen — Amiens — { Calais—Lille ;
Reims — Nancy — Strasbourg — Mul-
house ;
- 5^o Calais—Lille—Mézières—Strasbourg.

Pour permettre de se rendre compte des possibilités qu'offrent les liaisons aériennes envisagées, l'administration des Postes a étudié des horaires. Une vitesse commerciale moyenne de 140 kilomètres à l'heure a été choisie pour la détermination des durées de trajet entre escales. L'administration s'est donné pour objectif de permettre à toute lettre déposée à la poste d'obtenir une réponse en 24 heures ; la chose est réalisable seulement avec l'emploi de services

4



de jour et de services de nuit. Les horaires étudiés reposent donc essentiellement sur l'existence de services de nuit.

Le dispositif aérien a été complété, dans le projet de l'administration des Postes, par un dispositif terrestre comportant l'organisation de tournées rapides de relevage des correspondances, de liaisons par automobiles entre les bureaux de poste et les aéroports, de distributions spéciales, au besoin, lorsque l'arrivée des avions ne coïncidera pas avec une distribution ordinaire.

L'étude du plan de réseau intérieur a porté ensuite sur l'évaluation des dépenses incombant à l'administration des Postes et sur le taux de la surtaxe à appliquer de ce chef aux correspondances par avion. Les dépenses d'exploitation sont de différentes natures :

1^o Les dépenses de premier établissement : L'établissement de l'infrastructure du réseau entraînera des frais élevés ; il n'est pas de la compétence de l'administration des Postes de les évaluer ; ces dépenses répondent, d'ailleurs, avant tout, à des considérations d'intérêt général ;

2^o Les frais de transport aérien : Sur la base de 20 francs par tonne kilométrique transportée et pour un parcours journalier de 38.000 kilomètres, le trafic probable, en régime normal, correspondrait à une dépense journalière de 400.000 francs ;

3^o Les dépenses résultant de l'organisation de liaisons automobiles entre les aéroports et les bureaux ou les gares, les frais de collectes et de distributions spéciales des correspondances par avion et les frais de personnel, peuvent, dans leur ensemble, être évalués à 100.000 francs par jour.

Soit, au compte de la Poste, une dépense journalière de 500.000 francs.

Quel serait le taux de la « surtaxe » couvrant l'administration de ses frais ? Les évaluations que l'on peut faire à ce sujet comportent inévitablement une part d'aléa. 15.000.000 d'objets de correspondance, dont 4.600.000 lettres environ, sont expédiés chaque jour. En partant de l'hypothèse plausible qu'au début 10 % des lettres et 2 % des autres objets de correspondance seraient confiés aux services aériens, on trouve un total de 600.000 objets environ, transmis chaque jour par la voie de l'air. Compte tenu des frais

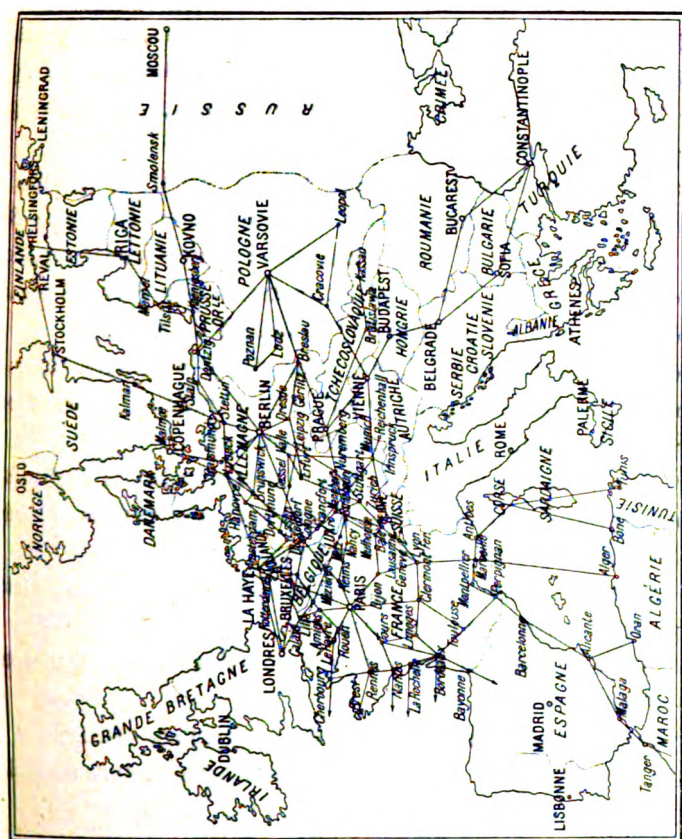
d'exploitation, on peut estimer qu'une surtaxe de 75 centimes devrait être perçue pour une lettre de moins de 20 grammes.

Toutefois, aux recettes provenant des correspondances par avion d'origine française, il faudrait ajouter les recettes provenant du transit étranger. Ici, les éléments certains font défaut ; mais il est permis d'espérer que ce transit atteindrait rapidement une importance considérable. Dans ces conditions, la lettre ordinaire pourrait être frappée d'une surtaxe de 50 centimes seulement, taux qui n'a rien de prohibitif si l'on tient compte des avantages d'une transmission rapide, et qui s'applique, d'ailleurs, à la période de démarrage. L'administration estime qu'après une mise en train de quelques mois le trafic prendrait une certaine importance, se développerait d'une manière continue, couvrant tout d'abord les frais d'exploitation, et permettait, plus tard, de réduire le taux de la surtaxe.

Il est bien évident, toutefois, que l'on ne saurait envisager la réalisation du réseau intérieur dans son ensemble et d'un seul coup. Un échelonnement est nécessaire. L'administration des Postes a préparé, comme complément à son étude d'ensemble, un programme de réalisation espacé dans le temps (fig. 4).

L'idée qui a présidé au sectionnement du plan général a été de ne pas créer, pour débiter, des lignes qui ne soient pas en harmonie avec les lignes déjà existantes. De telles lignes auraient, en effet, un trafic trop réduit pour pouvoir « vivre » ; il faut que les services nouveaux se raccordent à des services en exploitation, de manière que les lignes anciennes et nouvelles concordent pour accroître le trafic.

C'est pour cette raison que l'administration a suggéré la création, en premier lieu, de la ligne Toulouse—Bordeaux—Limoges—Clermont-Ferrand—Lyon—Mulhouse—Strasbourg. Cette ligne s'embrancherait à Toulouse sur la ligne du Maroc, à Lyon sur Londres—Paris—Lyon—Marseille et Lyon—Genève, à Strasbourg sur Paris—Strasbourg—Nuremberg—Prague, etc... Elle aurait, en outre, l'avantage de créer une transversale qui viendrait doubler la ligne ferrée Bordeaux—Lyon, sur laquelle la vitesse d'acheminement est faible. Cette ligne aérienne Strasbourg—Lyon—Bordeaux—Tou-



louse serait, en outre, susceptible de recevoir, dès son ouverture, un important courrier de transit venant de l'Europe centrale et allant vers la côte occidentale d'Afrique et vers l'Amérique du sud, soit par voie maritime à partir de Bordeaux, soit par voie aérienne à partir de Toulouse.

Sur la transversale en question, viendrait ensuite se greffer la ligne Paris—Tours—Bordeaux, avec embranchement à Tours sur Limoges et Nantes. Simultanément, la préparation des escales des lignes futures serait entamée par l'introduction, sur la ligne Paris—Strasbourg, d'arrêts à Reims et Nancy, et sur la ligne Paris—Bruxelles, d'arrêts à Amiens et Lille.

La troisième tranche de réalisation verrait la création de la transversale Cherbourg—Rennes—Nantes—la Rochelle—Bordeaux et de la ligne Paris—Rouen—le Havre—Cherbourg, dont l'intérêt serait grand pour l'acheminement des correspondances en provenance ou à destination de l'Amérique du nord.

Je me bornerai, maintenant, à énumérer les autres étapes de réalisation du réseau, ce qui vient d'être indiqué suffisant pour montrer l'enchaînement qui a dirigé le travail.

4^e étape : Introduction de l'escale de Dijon sur le parcours de la ligne Paris—Lyon—Marseille ; création des escales d'Amiens et Calais sur le parcours Paris—Londres.

5^e étape : Création de la ligne Calais—Lille—Mézières—Metz—Strasbourg ; liaison Marseille—Antibes.

6^e étape : Création des lignes Paris—Clermont—Toulouse et Paris—Amiens—Lille.

7^e étape : Création de la ligne Paris—Rennes—Brest.

Les 8^e et 9^e étapes complèteraient le dispositif dans son entier, tel qu'il ressort du plan général.

Sans attendre la réalisation de son projet, qui exige des sacrifices financiers et du temps, l'administration des Postes recherche les moyens de faciliter le développement de la poste aérienne par la simplification des méthodes en vigueur. Le système actuel de taxation des correspondances-avions est compliqué ; il ne répond pas à une exploitation rationnelle. Lorsqu'une correspondance doit emprunter successivement plusieurs services aériens, il faut totaliser

les surtaxes afférentes à l'emploi de chacun de ces services. Le public s'accommode mal de cette obligation.

La défectuosité du régime a sa source dans le mode de rétribution des compagnies de transports aériens. Celles-ci sont, en effet, rémunérées par le reversement des surtaxes. Lorsque plusieurs compagnies sont intéressées par la transmission d'une correspondance-avion, chacune d'elles doit donc recevoir la surtaxe qu'elle a demandée, d'où la nécessité de totaliser ces surtaxes au départ.

Les inconvénients de la situation, tout particulièrement graves en ce qui touche le trafic international, ont retenu l'attention des offices postaux et des groupements qui favorisent l'essor de l'aviation commerciale. La chambre de commerce internationale, notamment, a pris l'initiative de conseiller la réunion d'une conférence postale dans laquelle seraient étudiés les moyens de libérer la poste aérienne de ces difficultés initiales. L'idée a fait son chemin, et la conférence a eu lieu à la Haye, du 1^{er} au 10 septembre dernier. Les travaux de la conférence ont abouti à l'élaboration de deux règlements provisoires : l'un concerne les correspondances postales, l'autre les colis postaux. Ils doivent constituer une expérience dont les résultats serviront de base à la préparation de la prochaine convention postale universelle.

La conférence a, tout d'abord, recherché les moyens de tendre vers l'unification des surtaxes et la simplification des comptes de transit entre offices. Les représentants des compagnies de navigation aérienne, qui ont été entendus à titre d'experts, ont accepté une rémunération uniforme du transport des dépêches postales, cette rémunération ne s'appliquant pas, toutefois, à certains services à grande distance nécessitant des frais élevés d'exploitation. Cette rétribution sera calculée d'après le poids transporté et la distance parcourue. Il devient, dès lors, possible d'envisager une certaine stabilité des surtaxes ; la rémunération des frais de transit, conditionnée par la demande des transporteurs, peut également être uniformisée. La conférence a adopté une surtaxe aérienne uniforme pour chaque pays de destination. Cette surtaxe ne doit pas être supérieure à 25 centimes-or par 20 grammes ou fraction de 20 grammes et par 1000 kilomètres de parcours aérien.

Les offices postaux devront communiquer au Bureau international de Berne la liste des services aériens qu'ils utilisent pour le transport de leurs propres dépêches. Cette méthode supprimera la procédure forcément longue des accords particuliers, un simple échange de lettres suffisant pour avertir une administration qu'à partir d'une date déterminée ses lignes seront utilisées pour le transport des dépêches-avion.

En ce qui concerne les colis postaux-avion, l'organisation reste provisoirement subordonnée à une entente préalable avec les transporteurs ; mais les dispositions manifestées, au cours de la conférence, par les représentants des compagnies de navigation aérienne, permettent d'espérer que, dans cette partie du service postal également, où tout est à faire, des résultats satisfaisants pourront être obtenus.

L'administration française se propose de mettre les dispositions de la Haye en vigueur dans ses relations avec l'étranger ; elle se préoccupe actuellement de la revision des surtaxes existantes en cherchant un aménagement rationnel des taux ainsi qu'une réduction de leur nombre.

Le règlement de la Haye ne constitue, d'ailleurs, qu'une expérience de durée limitée, puisque le congrès de Londres doit, en 1929, utiliser les résultats de cet essai pour préparer une réglementation définitive qui, il faut l'espérer, constituera encore un pas en avant.

Le programme postal comporte donc, d'une part, des améliorations administratives prochaines dans le cadre de la situation actuelle et, d'autre part, un plan des extensions à effectuer à l'intérieur du territoire continental au fur et à mesure des possibilités.

Comme complément de ce programme, il est désirable que le réseau intérieur soit prolongé et complété par des lignes reliant la France avec ses grandes colonies, ainsi qu'avec les pays auxquels nous rattachent des liens particuliers. Nous avons déjà des lignes européennes du plus haut intérêt ; nous aurons demain la ligne de l'Amérique du sud. La voie est bien tracée en ce qui concerne notre Afrique du nord. Enfin la belle performance du capitaine Challe et du mécanicien Rapin, qui ont rapproché Saïgon à 10 jours de Paris (nos paquebots rapides mettent 26 jours) montre ce qu'il devient

possible d'escompter en cette matière. On doit, en passant, souligner l'intérêt exceptionnel que présenterait une ligne aérienne susceptible de drainer à la fois le trafic postal de l'Indo-Chine française, de l'Inde anglaise et des Indes néerlandaises. Au surplus, l'aviation postale a pour elle un champ d'exploitation presque illimité dans les vastes territoires coloniaux. Le Maroc et l'Algérie possèdent déjà quelques lignes, dont l'activité s'accroît de jour en jour.

En Afrique également, nos amis Belges ont organisé au Congo un service aérien combiné avec le service maritime d'Anvers à Boma, qui réunit actuellement Boma à Elisabethville, avec gain de 15 jours pour une distance de 2.300 kilomètres ; ils prévoient l'année prochaine un embranchement sur Kabala et Albertville, où le parcours aérien sera prolongé par le bateau-poste du Tanganyika et le chemin de fer de Dar-ès-Salam. Ainsi sera réalisée une communication postale transafricaine.

Ni la France ni ses colonies ne sauraient rester inactives ; leurs efforts doivent tendre au développement rapide de la poste aérienne, qui est la poste de l'avenir.

DU CHOIX D'UN APPAREIL TÉLÉGRAPHIQUE UNIQUE POUR LE SERVICE INTERNATIONAL,

par E. MONTORIOL,
inspecteur des Postes et Télégraphes.

Considérations générales. — Dans un précédent article ⁽¹⁾, j'ai fait ressortir les raisons qui militent en faveur de l'adoption de l'alphabet Baudot, légèrement modifié, pour les relations télégraphiques internationales. Il convient maintenant d'examiner quel pourrait être l'appareil unique à proposer à l'agrément des diverses administrations.

L'appareil « normal », qu'on peut envisager pour le service international, sera nécessairement du genre « multiple ». Il semble, en effet, qu'il n'y ait plus guère de divergences d'opinion sur les avantages que présente, au point de vue de l'exploitation, la transmission multiple, par comparaison avec la transmission automatique simple (du genre Wheatstone, par exemple), qu'on désigne parfois sous le nom de « transmission en série ».

Pour préparer, en quelque sorte, l'étude qui va suivre, le Comité consultatif international des communications télégraphiques a pris, dans sa dernière session, deux décisions importantes : d'une part, il a admis l'emploi exclusif du code à cinq signaux élémentaires et sur les bases de l'alphabet Baudot ; d'autre part, il a ajourné *sine die* l'adoption de l'impression sur feuilles ; on peut donc, dès maintenant, poser en principe que l'appareil-type à rechercher sera un multiple du genre Baudot, avec impression typographique sur bande.

Il serait assez difficile, sinon impossible, de rallier l'unanimité des suffrages sur un système *complet*, choisi parmi ceux qui existent actuellement. En effet, de tous les concurrents possibles, l'appareil

(1) *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, janvier 1923, p. 24.

Baudot est le seul qui soit tombé dans le domaine public et qu'on puisse, par conséquent, construire librement dans tous les pays. Tous les autres sont couverts par des brevets. On peut dire, sans crainte de trop s'avancer, qu'aucune administration ne saurait renoncer à l'indépendance actuelle, qui permet à chacune de construire à son gré et d'adapter à ses besoins propres le matériel qu'elle a normalisé.

Les administrations pourraient, il est vrai, acquérir la licence de fabrication ; mais le titulaire des brevets, détenteur d'un monopole universel, pourrait élever ses prétentions jusqu'à les rendre exorbitantes ; et aucune contre-partie, aucune concurrence ne viendrait les limiter.

Cette éventualité doit donc être rejetée *a priori*.

Normalisation du distributeur seul. — Fort heureusement, il n'est nullement indispensable d'imposer un système complet : en effet, dans une communication multiple, le seul appareil qui soit en contact direct avec celui du poste correspondant est le distributeur. Tous les autres organes (manipulateurs manuels, transmetteurs automatiques, traducteurs, relais) sont satellites du distributeur et n'accomplissent que des fonctions locales. Ils peuvent donc être absolument dissemblables, dans les différents pays, sans que le travail commun en soit gêné.

Les distributeurs eux-mêmes peuvent n'être pas identiques ; il suffit simplement qu'ils aient le même nombre de contacts, que leurs balais tournent à la même vitesse, et qu'on emploie le même alphabet. En dehors de ces conditions communes, les différentes administrations pourront les construire chez elles et suivant leurs préférences personnelles ; les moteurs pourront être à poids, électriques ou phoniques, les régulateurs seront d'un modèle quelconque, sans qu'il en résulte le moindre inconvénient, étant entendu que chacune d'elles est intéressée à ce que le fonctionnement soit irréprochable, et c'est cela seulement qui importe.

Il suffira donc, pour normaliser un type de distributeur, de se mettre d'accord sur les deux premiers points, puisque le troisième, l'alphabet, sera résolu préalablement.

Le nombre des contacts est conditionné, non seulement par celui des secteurs, mais encore par les deux points suivants :

1^o On réservera ou non des contacts supplémentaires pour la « marge de propagation » ;

2^o Le synchronisme sera assuré avec ou sans courants spéciaux.

Ce sont donc ces deux points qu'il convient d'examiner de prime abord.

Marge de propagation. — Dans les installations en courant continu et non duplexées, l'alternat des transmissions de A vers B puis de B vers A, dans une révolution des balais, n'est possible que si l'on réserve des contacts supplémentaires, franchis par les balais pendant le temps qui s'écoule, à chaque poste, entre la fin de sa transmission et le commencement de sa réception. En d'autres termes, ces contacts supplémentaires représentent le temps maximum pris par la propagation des courants d'un poste à l'autre, aller et retour ; c'est ce qu'on appelle couramment la *marge de propagation*. Elle est de trois contacts dans les distributeurs quadruples français.

Il n'est pas douteux qu'il en résulte une légère perte de rendement, dans le cas où l'on veut donner à la ligne le nombre maximum d'émissions qu'elle peut supporter dans un temps donné. Mais il est à remarquer qu'avec le distributeur quadruple, qui semble être le type à normaliser, on reste assez loin de cette limite sur la très grande majorité des lignes et que, par suite, la perte n'est qu'apparente et n'affecte pas le rendement.

Par contre, la suppression de cette marge entraîne obligatoirement le duplexage, même si l'intensité du trafic à écouler ne l'exige pas. Nombreuses, en effet, sont les communications internationales sur lesquelles quatre secteurs (deux dans chaque sens) suffisent largement aux besoins du trafic. J'estime que, dans ce cas, un quadruple simplex est préférable à un double duplex, d'abord parce qu'on évite l'emploi d'un matériel coûteux et de réglage délicat, ensuite parce qu'avec le quadruple simplex, si l'un des postes correspondants est encombré tandis que l'autre n'utilise qu'incomplètement ses deux secteurs, ce dernier peut en céder un, et le bène-

ficiaire se trouve alors disposer de trois transmissions ; il pourrait même lui céder les quatre secteurs si la nécessité s'en faisait sentir. Avec un double duplex, cette entr'aide n'est pas possible et les secteurs restent immuablement fixés à deux dans chaque sens, quel que soit l'usage qu'on en fait de part et d'autre.

Lorsqu'on emploiera la transmission par courants de fréquences harmoniques, on aura souvent intérêt, pour l'utilisation intégrale des fréquences, à affecter chaque appareil à la transmission dans un seul sens. Dans ce cas, les contacts de propagation ne seraient plus nécessaires ; toutefois, avec le quadruple, il y aura lieu d'examiner si l'on peut les conserver, et éviter ainsi de créer un type spécial de quadruple. Au contraire, si l'on exploite au sextuple, il sera sans doute préférable de supprimer ces contacts supplémentaires.

Synchronisation avec ou sans courants spéciaux. — Deux modes de synchronisation sont en présence : le plus ancien, celui de Baudot, qui nécessite deux contacts spéciaux pour l'envoi des courants de travail et de repos de correction ; l'autre, celui de Pierre Picard, qui date de 1905, et qui utilise, pour actionner le relais de correction, les inversions de sens du courant pendant les transmissions. On le désigne couramment sous le nom de *correction sans courants spéciaux*.

Je suis parfaitement à l'aise pour discuter les mérites respectifs de ces deux systèmes, puisque tous deux sont d'origine française.

Celui de Pierre Picard évite donc l'affectation de deux contacts pour les courants de correction. Cet avantage était important lorsqu'il a été appliqué au Baudot double, que Pierre Picard avait installé sur le câble sous-marin Marseille—Alger : la correction représentait alors $1/6$ (16, 66 %) des divisions du distributeur ; si l'on préfère, en augmentant seulement de trois le nombre des contacts, c'est-à-dire de 25 %, il a transformé son double en un triple, gagnant ainsi 50 % sur le rendement antérieur du câble.

Il ne semble pas douteux que, dans les relations internationales, c'est le quadruple qui sera normalisé. Si donc on prend pour exemple le distributeur de ce type utilisé en France, et qui comprend vingt-cinq contacts (deux pour la correction et trois pour

la propagation), la correction n'y occupe plus que $2/25$, soit 8 %, et l'on a, grâce à cette légère perte de rendement, un système simple, robuste et à l'abri des dérangements. Au contraire, le système de Picard, s'il est plus séduisant, plus élégant *a priori*, est aussi beaucoup plus compliqué, plus délicat et, par suite, sujet à des défaillances qui n'affectent pas la correction Baudot. En outre, il nécessite deux couronnes de plus et un dispositif spécial pour maintenir le synchronisme lorsque tous les secteurs sont au repos.

Il est à remarquer, d'autre part, comme cela a été signalé pour la marge de propagation, qu'à la vitesse moyenne de 200 à 210 tours par minute, usitée en France, le quadruple reste encore très loin de la limite de rendement de la plupart des lignes. Pour se rapprocher de cette limite, il faudrait, soit augmenter sensiblement la vitesse de rotation des balais (on verra plus loin pourquoi ce moyen n'est pas recommandable), soit recourir au sextuple. Dans ces conditions, l'économie de 8 % obtenue au prix d'une complication évidente, est-elle intéressante ? Je ne le crois pas, et c'est pourquoi, en France, on a réservé la correction Picard pour les câbles sous-marins (où l'on frôle toujours la limite) et conservé la correction Baudot sur les lignes terrestres, pour les raisons indiquées plus haut : fonctionnement d'autant plus robuste que l'agencement est plus simple.

Vitesse de rotation des balais. — La vitesse de rotation des balais doit être déterminée de telle sorte qu'un agent habile et actif, desservant une machine perforatrice, puisse alimenter sans arrêt le secteur qui lui est affecté.

Il importe de fixer la vitesse de frappe qu'on peut, *sans surmenage*, imposer à un opérateur : celui-ci doit, non pas accomplir une prouesse pendant quelques minutes, mais soutenir un effort pendant plusieurs heures consécutives, par exemple pendant une demi-séance de 4 heures.

On trouvera, dans les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* de février 1924 (p. 130), les résultats d'un concours de dactylographie ordinaire, qui peuvent servir de base à une évaluation suffisamment approchée pour l'objet qui nous intéresse ici. Dans

une épreuve d'un quart d'heure (copie d'un article de journal), le concurrent classé premier a donné 8.280 frappes, soit 9,2 par seconde. Si l'on compte chaque mot pour 6 frappes, cela représente 92 mots par minute. Ce chiffre magnifique est malheureusement déprécié par 85 fautes, soit 1,03 % ou, si l'on préfère, un mot erroné sur 16, ce qui, en télégraphie, serait un *mauvais travail*. Toute fausse touche entraînant une déduction de 10 frappes. le rendement de ce candidat se trouve ramené à 82,6 mots nets par minute. Le dixième concurrent a donné 60,08 mots bruts et 58,00 mots nets.

Il s'agit là d'une épreuve de vitesse, soutenue seulement pendant 15 minutes. Voici maintenant une épreuve d'endurance de 4 heures, pendant lesquelles un même texte fut *dicté* à chaque candidat par un lecteur *individuel*. Les *Annales* précitées n'indiquant que le nombre de mots nets, j'ai cru devoir, pour la clarté de ce qui va suivre, rétablir le nombre de mots bruts, en tenant compte de ce que chaque erreur de touche a entraîné la déduction de 10 frappes : les chiffres ainsi obtenus sont donc *supérieurs* à ceux qu'indiquent les *Annales*. Les résultats, ramenés à la moyenne par minute, ont été les suivants, pour 49 candidats classés :

1^{er} : 60,01 mots bruts, 578 fautes, 56 mots nets ;

10^e : 55,17 — 457 — 52 —

20^e : 51,35 — 483 — 48 —

30^e : 44,15 — 311 — 42 —

40^e : 43,54 — 511 — 40 —

49^e : 41,60 — 519 — 38 —

On voit, tout d'abord, que ces chiffres sont sensiblement inférieurs à ceux de l'épreuve de vitesse, et cela se conçoit facilement, puisqu'il a fallu travailler pendant quatre heures sans arrêt. Il y a lieu encore d'insister sur ce fait que le texte était *dicté* : les concurrents n'avaient donc pas à quitter des yeux le clavier de leur machine ni, comme c'est le cas dans le service télégraphique, à déchiffrer des textes mal écrits, des chiffres douteux, du langage conventionnel formé parfois de mots imprononçables et qu'il faut épeler lettre par lettre. Le télégraphiste doit, en outre, enlever du pupitre chaque copie transmise, compter les télégrammes de chaque série avant d'en

annoncer le nombre à son correspondant, etc... On voit dans quelle énorme proportion le total de frappes, donné par les candidats-champions, aurait été diminué si, au lieu de travailler sous la dictée, ils avaient copié des télégrammes, et à quels mécomptes on s'exposerait si l'on prétendait imposer les chiffres ci-dessus aux opérateurs de nos machines perforatrices.

A toutes ces causes de ralentissement, il faut encore ajouter les opérations accessoires, telles que l'inscription des télégrammes perforés, les indications de transmission sur les copies (même si elles sont portées à l'aide d'un timbre), la vérification des reçus donnés par le correspondant, la recherche des télégrammes à rectifier, etc..., etc... Ces opérations pourraient, il est vrai, être confiées à un autre agent. Le cas sera examiné plus loin.

On remarquera également le nombre très élevé des erreurs commises par les meilleurs dactylographes du concours, nombre qui résulte de la précipitation apportée au travail, mais qui serait inadmissible dans le service télégraphique, car, s'il en est que l'opérateur aurait pu apercevoir et rectifier immédiatement, bon nombre d'autres, altérant des noms propres, des chiffres ou des mots de « code », auraient certainement donné lieu à des demandes de rectifications : le dactylographe en aurait été vite submergé, ce qui aurait encore considérablement réduit son rendement.

Il est donc indispensable d'établir la vitesse de rotation des balais de telle sorte que l'agent préposé à la perforation puisse toujours prendre sur le distributeur une certaine avance : de cette façon, les inévitables temps d'arrêt dans la frappe passeront inaperçus et le débit de la transmission automatique sera ininterrompu. Mais il est également nécessaire que cette avance ne soit pas obtenue au prix d'une précipitation qui, tout en surmenant l'opérateur, ne manquerait pas d'engendrer de nombreuses erreurs et, finalement, de déprécier le rendement du secteur.

Comment déterminer cette vitesse ?

J'ai dit plus haut qu'il ne faut pas penser à généraliser le nombre de frappes données par les premiers des candidats-champions ; il faut, au contraire, adapter la vitesse à l'habileté *moyenne* des agents, condition indispensable si l'on veut éviter les mécomptes ou sim-

plement assurer l'interchangeabilité du personnel. On peut admettre, par exemple, que cette habileté moyenne atteint son maximum de rendement à la vitesse de 45 mots par minute, ce qui, d'après les résultats du championnat indiqués ci-dessus, correspond encore à un bon rang. Dans ces conditions, pour que l'opérateur garde, sur le distributeur, l'avance indispensable, la vitesse de ce dernier doit correspondre, au maximum, à 35 mots à la minute. La vitesse de rotation des balais ne doit donc pas dépasser 210 tours par minute, ce qui, pour un quadruple, représente 840 lettres, ou 140 mots.

Si, sur une ligne donnée, ce rendement est insuffisant de façon *permanente*, devra-t-on augmenter la vitesse des balais ou le nombre des secteurs ? (Le cas de l'insuffisance *momentanée* sera examiné plus loin.)

Pour permettre l'augmentation de la vitesse, on pourrait, il est vrai, décharger l'agent dactylographe de toutes les opérations accessoires indiquées ci-dessus, et les confier à un agent supplémentaire, comme on le fait au Hughes sur les lignes chargées. Mais, dans ce cas, on subit une perte sensible sur le rendement moyen des agents : en effet, supposons qu'on porte la vitesse des balais à 275 tours par minute, ce qui correspond à 46 mots environ, et qu'on donne un auxiliaire au dactylographe. Tout d'abord, celui-ci sera obligé de soutenir en permanence l'allure qu'il n'avait précédemment que par intermittences : il se fatiguera plus vite et la *qualité de son travail en souffrira*. En outre, lorsqu'il était seul, à 210 tours, son rendement ressortait à 35 mots à la minute ; après l'augmentation de la vitesse à 275 tours, les 46 mots produits par un secteur ne représentent plus que 23 mots pour chacun des agents qui le desservent, d'où une *dépréciation de 12 mots par agent*, soit 34 % en chiffres ronds. En d'autres termes, en supposant même que les employés préposés à la réception puissent suivre sans aide cette vitesse, un quadruple, à 275 tours, exigerait 2 unités pour la réception et 4 pour la transmission, soit 6 au total (sans compter le dirigeur) pour un rendement global de 1100 lettres à la minute.

Ce même nombre d'agents suffirait pour desservir un sextuple ou un triple-duplex qui, à 210 tours, donnerait 1260 lettres par minute, soit une augmentation de près de 15 %. Outre que les dacty-

lographes, comme je viens de le dire, travailleraient dans de meilleures conditions et feraient moins d'erreurs, le service en général serait amélioré, puisqu'aux heures chargées on aurait une capacité de rendement plus grande et que, par suite, les télégrammes attendraient moins longtemps leur tour de transmission. Pendant les heures calmes, où quatre secteurs suffiraient à l'écoulement du trafic, on en arrêterait deux, et deux agents, devenus disponibles, pourraient aller renforcer un autre poste momentanément encombré. Leur rendement ne cesserait donc pas d'être celui qui a été indiqué comme raisonnable.

On objectera, sans doute, que l'augmentation du nombre des secteurs représente une immobilisation plus importante de matériel. Tout d'abord, cette considération perd beaucoup de son importance, puisqu'il en résulte une amélioration du service (travail plus sûr des dactylographes, atténuation des retards aux heures chargées). Mais la dépense supplémentaire est largement compensée, comme on va le voir :

1^o Elle a pour résultat d'éviter la dépréciation du rendement individuel des agents, lorsqu'on doit donner un auxiliaire aux dactylographes ; or, dans l'ensemble du prix de revient d'un poste, la rétribution du personnel représente une proportion beaucoup plus grande que l'amortissement du matériel ;

2^o On ne doit pas perdre de vue que, lorsqu'on augmente la vitesse de fonctionnement, l'usure des appareils s'accroît beaucoup plus rapidement que la vitesse, par suite des chocs, en particulier, et aussi des frottements ; autrement dit, augmenter la vitesse c'est abrégé, dans une plus grande proportion, la durée des appareils ; on perd, et au-delà, ce qu'on a cru gagner en réduisant le nombre des secteurs ;

3^o Plus la vitesse de fonctionnement est grande, plus les réglages deviennent délicats, plus les dérangements sont fréquents, et l'on peut dire qu'avec le même nombre de secteurs, le rendement de la ligne n'augmente pas dans la même proportion que la vitesse de rotation des balais du distributeur.

De tout ceci, il faut conclure qu'il est *préférable d'augmenter le nombre des secteurs plutôt que la vitesse de rotation des balais.*

Ces considérations s'appliquent, en particulier, au cas où le trafic à écouler est *quotidiennement* supérieur à la capacité de rendement d'un quadruple simplex. Dans le cas d'encombrement *momentané*, par exemple à la suite d'une interruption de la ligne ou pour toute autre cause accidentelle, il y aurait avantage à disposer de régulateurs permettant d'augmenter facilement la vitesse des balais du distributeur : dans le cas de transmission automatique, les bandes perforées, préparées pendant l'interruption, pourraient être passées à grande vitesse, ce qui ne présenterait que des avantages.

Inversement, si une ligne devenait défectueuse, et si les disponibilités en conducteurs ne permettaient pas de la remplacer par une meilleure, on pourrait souvent en tirer parti en diminuant la vitesse, ce qui vaudrait mieux que de faire un travail mauvais ou nul au régime normal.

Il y aurait là des cas d'espèces, dont la solution serait facilement trouvée par une entente entre les deux offices correspondants. Il serait seulement entendu que, dès que la cause accidentelle aurait disparu, la vitesse normale serait aussitôt reprise.

Appareil auxiliaire. — Les moins importantes, parmi les lignes internationales, étant toujours susceptibles d'alimenter deux secteurs de multiple, tout au moins, pendant les heures chargées des jours ouvrables, la question de l'appareil auxiliaire ne se pose que pour le service de nuit et pour celui des dimanches et jours fériés, où le trafic diminue sensiblement d'intensité.

L'appareil employé jusqu'à ce jour est plus généralement le hughes, rarement le morse.

Le hughes est coûteux, bruyant et, en outre, encombrant. Ce dernier défaut est d'autant plus à retenir que le hughes fait double emploi avec le multiple, employé dans le service normal des jours ouvrables, et qu'il reste ainsi inutilisé pendant la plus grande partie du temps. D'autre part, sa manipulation est difficile et, comme le multiple s'étend progressivement jusqu'aux lignes d'importance secondaire, les hughistes habiles deviennent de plus en plus rares. Il y aurait donc intérêt à voir le hughes disparaître complètement du service international.

Par quel système pourrait-on le remplacer ?

Quel que soit ce système, il sera, comme le hughes, presque inutilement encombrant, puisque, comme lui, il n'aura qu'un emploi occasionnel. De plus, l'adoption d'un tel appareil nous ramènerait fatalement à la perspective d'un monopole universel, créé au profit d'un seul inventeur, et dont les inconvénients ont été signalés au début de cet article. Car, là, on serait contraint d'adopter le système *en entier*, et le souci de normalisation inciterait même à l'étendre au service intérieur. Cette sujétion serait une gêne, que les administrations accepteraient difficilement.

Il semble qu'on pourrait échapper à cette éventualité en conservant, purement et simplement, le multiple pendant le service de nuit ou les jours fériés, mais avec des moyens réduits, proportionnés au trafic à écouler. La pratique a démontré que cette méthode n'offre aucun inconvénient : sur Paris—Alger, pour ne citer qu'un exemple, les distributeurs tournent jour et nuit ; on suspend seulement le service 10 ou 15 minutes, chaque matin, pour tailler les balais et procéder à une vérification générale, puis on reprend pour 24 heures, et les incidents ne sont pas plus fréquents sur ces installations que sur n'importe quelles autres.

On pourrait donc envisager le service réduit (nuit ou dimanche) de la façon suivante. Dans le cas où le trafic n'exigerait pas l'emploi simultané de deux secteurs, on pourrait, à la condition d'alterner les transmissions, agencer un commutateur multiple de telle sorte que *le même traducteur* enregistre successivement la réception, puis le contrôle de la transmission, bien que l'une et l'autre aient lieu sur deux secteurs différents. La « coupure » se ferait par un contact quelconque, relié à une sonnerie. De cette façon, l'agent opérateur n'aurait pas à se déplacer, et la commodité serait la même qu'avec un appareil auxiliaire. Pendant les intervalles de repos, les appareils seraient laissés dans la position de réception : on pourrait ainsi transmettre sans appel préalable, tout comme avec un appareil à mouvement périodique. Afin d'éviter les fausses manœuvres, le commutateur, lorsqu'on le mettrait dans la position de réception, couperait le courant de la cadence ou du transmetteur automatique, de sorte que, si, par inadvertance, un agent laissait

son appareil sur transmission, il en serait immédiatement averti. Grâce à ces dispositions, le service réduit serait assuré dans d'aussi bonnes conditions qu'avec un appareil auxiliaire spécial, sans qu'il fût nécessaire d'encombrer les salles de transmissions et d'immobiliser un matériel d'utilisation intermittente.

Récapitulation. — De tout ce qui précède, il résulte que le distributeur « normal », à préconiser pour les relations internationales, devrait être le quadruple à 25 contacts, tournant à 210 tours par minute. On lui adjoindrait deux, trois ou quatre tables de transmission ou de réception, suivant les besoins. Supposons, par exemple, une communication installée primitivement avec deux secteurs seulement, soit l'équivalent d'un double ; le jour où l'augmentation du trafic viendrait à légitimer l'emploi d'un troisième secteur, il suffirait, pour transformer ce double en triple, d'ajouter une table supplémentaire et de faire les liaisons convenables dans la boîte des coupures. De même, le moment venu, ce triple pourrait devenir un quadruple, de façon tout aussi simple.

Inversement, dans les cas exceptionnels, on ferait de ce quadruple un double, en réunissant les contacts deux à deux dans la boîte des coupures.

Pour les communications plus importantes, où le quadruple serait insuffisant, on pourrait prévoir le triple duplex. La vitesse serait toujours de 210 tours ; mais, comme il n'y aurait jamais alternat des secteurs, on supprimerait les contacts supplémentaires (marge de propagation) : le distributeur serait alors divisé en 17 contacts, dont deux pour la correction. Ce nombre réduit assurerait un fonctionnement parfait du duplex et une grande stabilité dans l'écoulement du trafic.

Dans les cas où cela serait reconnu utile, on pourrait monter, sur une même cage de distributeur, deux plateaux : l'un quadruple simplex, l'autre triple duplex. On connecterait, dans la boîte des coupures, les différents organes (transmetteurs, récepteurs, etc...) de manière que, lorsqu'on voudrait, par exemple, abandonner le quadruple pour utiliser le triple duplex, il suffirait de relever les balais du quadruple et de faire frotter ceux du triple, ce qui ne

demanderait que quelques secondes. Ce genre de montage est couramment utilisé en France, et procure une grande commodité.

Enfin, pour les communications exploitées à l'aide de courants harmoniques, on pourrait, dans beaucoup de cas, employer le sextuple ; il y aurait avantage, pour l'utilisation intégrale des fréquences, à ne pas alterner les transmissions par un même distributeur : celui-ci pourrait donc ne comporter que 32 contacts, dont deux pour les courants de correction.

Il va sans dire que, si, dans les mêmes conditions, on s'en tenait au quadruple, la marge qu'on y trouverait, sur les lignes moyennes, permettrait d'utiliser les plateaux à 25 contacts.

En résumé :

On réserverait une « marge de propagation » au quadruple simplex, pour permettre l'alternat des transmissions ; on la supprimerait au triple duplex et dans les sextuples à transmission par courants harmoniques.

Le synchronisme serait assuré, dans tous les cas, par des courants spéciaux.

La vitesse de rotation des balais serait uniformément fixée à 210 tours par minute, régime qui correspond au meilleur rendement du personnel.

Les régulateurs permettraient cependant un changement facile de la vitesse, pour les circonstances exceptionnelles : soit qu'on la diminue dans le cas de faiblesse de la ligne, soit qu'on l'augmente pour liquider plus rapidement un encombrement passager, par exemple après une interruption de communication ; il serait entendu qu'on reviendrait au régime normal de 210 tours aussitôt après.

Trois types de distributeurs seraient normalisés :

le quadruple simplex à 25 contacts, dont on utiliserait, suivant les besoins de chaque communication, deux, trois ou quatre secteurs, et qu'on pourrait, à l'occasion, transformer en double ;

le triple duplex à 17 contacts, pour les lignes importantes, et qui pourrait être conjugué avec le quadruple simplex ;

le sextuple à 32 contacts, sans alternat, pour desservir, là où cela

serait possible, les câbles exploités à l'aide des courants harmoniques.

Ce nombre réduit de distributeurs répondrait à tous les besoins. Les transmetteurs, manuels ou automatiques, les récepteurs, etc... seraient d'un système quelconque, au gré des différentes administrations.

Il ne serait pas prévu d'appareil auxiliaire pour remplacer le hughes ou le morse dans le service de nuit ou les jours de trafic réduit: un agencement très simple permettrait de n'utiliser qu'une seule table de multiple pour assurer ce service.

Le matériel internationalisé se trouverait ainsi réduit au minimum.

LE RACCORDEMENT

des sections souterraines aux sections aériennes dans les lignes téléphoniques,

par Marcel MOINE,
ingénieur des Postes et Télégraphes.

Un article paru dans le numéro de mars 1927 des Annales des P.T.T. (Les organes de raccordement sur les lignes téléphoniques à parcours aéro-souterrains) a décrit divers dispositifs utilisés pour le raccordement des sections aériennes aux sections souterraines des lignes téléphoniques. Quelques inexactitudes s'étant glissées dans cet article, notamment en ce qui concerne la description et le dessin des boîtes du système Mouly, il a paru opportun de reprendre l'exposé du problème du raccordement aéro-souterrain et de faire connaître l'état d'avancement des études entreprises à la demande de la direction de l'Exploitation téléphonique dans le but d'en déterminer la ou les solutions. (N.d.l.r.)

Dans les installations à batterie locale, la source de courant microphonique est placée chez l'abonné, et à aucun moment elle n'est appliquée à la ligne. Aussi le fonctionnement de ces installations est-il satisfaisant même lorsque les circuits et installations d'abonnés présentent un isolement relativement faible par rapport à la terre.

Au contraire, dans les installations à batterie centrale et dans la plupart des réseaux automatiques, une source de courant est appliquée en permanence à la ligne, et l'un des pôles de la batterie est mis à la terre ; il en résulte qu'un fonctionnement régulier de ces installations n'est possible que si l'isolement entre le circuit d'abonné (installation comprise) et la terre reste élevé ; on a cru pouvoir fixer à environ 100 000 ohms la limite inférieure de l'isolement admissible entre fils, ou entre chaque fil et la terre, pour les lignes des réseaux exploités dans ces conditions

Cette différence explique que l'on ait longtemps méconnu l'importance du problème de l'isolement des lignes ; elle se traduit par le fait que l'installation de la batterie centrale dans une localité

exige toujours une révision, et bien souvent une réfection, des lignes du réseau.

Chaque ligne, dans tous les réseaux où la distribution n'est pas faite entièrement en câbles, se compose d'une section aérienne prolongée à ses extrémités par des sections en câbles. L'isolement de la partie aérienne est généralement élevé : il est de l'ordre d'une dizaine de mégohms par kilomètre, et ce n'est qu'accidentellement (chute de branches sur les lignes par temps humide) que la déperdition d'isolement dans cette section peut entraîner une mise à la terre ou une boucle apparente du circuit plaçant l'abonné en état de faux appel.

L'isolement des sections en câbles est également très grand, sauf dans le cas accidentel de défauts de l'enveloppe de plomb (électrolyse, usure, coups de pioche) : l'isolement baisse alors très rapidement dès que l'humidité gagne le papier qui isole les conducteurs du câble.

Dans la plupart des cas, la déperdition d'isolement est localisée aux points de raccordement entre conducteurs aériens et câbles : du côté du bureau, ce raccordement s'effectue sur le potelet ou la herse du bureau (cas des petits réseaux, dits réseaux aériens) ou bien sur l'appui de concentration relié au bureau par des câbles généralement souterrains (cas des réseaux aéro-souterrains) ; du côté de l'abonné, le raccordement s'effectue sur l'appui d'entrée de poste.

La perte d'isolement en ces points est causée par l'introduction de l'humidité à l'intérieur du toron des conducteurs de la section de câble dépourvue de son enveloppe de plomb ; l'action alternée de l'humidité et du soleil finit par corrompre l'isolant, et il en résulte des mélanges entre conducteurs ou des mises à la terre progressives.

Le raccordement entre câbles et fils aériens pose les mêmes problèmes aux points de concentration, aux entrées de bureaux et aux entrées de postes. Nous étudierons d'abord le problème du dispositif de raccordement aux points de concentration ; nous indiquerons ensuite les variantes des conditions et des solutions dans les deux autres cas.

I. DISPOSITIF DE RACCORDEMENT AUX POINTS DE CONCENTRATION.

Dans un réseau aéro-souterrain avec artère en façade, la capacité-type d'un point de concentration est de 28 paires. Cependant, dans bien des cas, la place disponible ou la solidité des immeubles sont insuffisantes pour permettre la construction d'une artère aérienne portant cinquante-six fils (la hauteur de la nappe est alors de 2^m,60 ; sa largeur, avec quatre fils par plan, est de 0^m,60). On est alors amené à dédoubler la tête de lignes, soit par juxtaposition de deux têtes à quatorze paires desservant deux directions opposées, soit par la création de têtes indépendantes, mais voisines, à quatorze paires. Si l'on remarque que l'armement d'un appui tête de lignes à vingt-huit paires est constitué par la superposition de deux armements à quatorze paires, le dispositif de raccordement type pour artères en façade pourra être un dispositif prévu pour le raccordement de quatorze paires de conducteurs.

Dans les réseaux en toitures, dont le nombre a d'ailleurs tendance à décroître par suite des difficultés d'entretien et du voisinage dangereux de lignes d'énergie toujours plus nombreuses, les points de concentration recevaient, en général, un plus grand nombre de lignes (56, 84 ou même 112). La construction d'artères aériennes très chargées devant être évitée, l'appui de concentration type, en toitures, doit recevoir un câble à vingt-huit paires par direction à desservir. Les distances d'armement sur montants étant différentes des distances sur potelets (consoles à 25 centimètres au lieu de 20), il est possible que le même dispositif de raccordement ne convienne pas pour les deux systèmes de construction.

Qualités d'un dispositif de raccordement. — Ainsi, au point de concentration, le problème de raccordement est le suivant : un câble à 28 ou 14 paires, sous papier, arrive du bureau ; ses conducteurs doivent être raccordés aux conducteurs aériens qui se terminent sur les isolateurs de l'appui tête de lignes. On appelle *dispositif de raccordement* le ou les organes intermédiaires assurant cette continuité.

La liaison doit être établie dans des conditions qui permettent d'assurer d'une façon durable un *grand isolement* (de l'ordre de 100 mégohms, par exemple) entre deux conducteurs, ou entre chaque conducteur et la terre.

Elle doit permettre une *coupure* facile et rapide, afin qu'en cas de dérangement la localisation d'un défaut soit possible, sans ambiguïté, sur la partie souterraine ou sur la ligne aérienne.

Des *permutations* doivent également être possibles, de façon qu'un circuit aérien déterminé puisse être relié à l'une quelconque des paires du câble. Il faut noter toutefois que cette qualité n'est pas essentielle : les circonstances dans lesquelles des échanges entre paires sont nécessaires à la tête de lignes sont exceptionnelles (cas où l'une des paires du câble est seule défectueuse ; modification de constitution des lignes dues à des considérations de construction aérienne : les lignes les plus longues doivent, en principe, être en tête d'artère). Il suffira donc que les permutations soient possibles, même au prix de dispositions provisoires ou imparfaites.

D'autre part, l'expérience a montré que, s'il n'était pas indispensable de protéger toutes les lignes d'un réseau, il y avait intérêt à installer sur les lignes longues, ou particulièrement exposées, soit aux décharges atmosphériques, soit à l'induction des lignes à haute tension, des parafoudres en dérivation entre chaque conducteur et la terre. Il faut donc un dispositif spécial de raccordement qui permettra l'*installation de ces organes*, leur visite facile, et leur remplacement rapide.

L'*adaptation aux divers modes d'armement* est également une qualité dont il y a lieu de tenir compte dans la comparaison des divers appareils.

Enfin un dispositif *ne doit pas être trop onéreux*. Sans doute, l'adoption d'un matériel assurant un isolement parfait des lignes raccordées entraînerait-elle des économies de main-d'œuvre (entretien diminué, dérangements plus rares) et un accroissement du rendement des circuits, la cause de dérangement la plus importante étant éliminée. Néanmoins, le point de vue économique ne saurait être négligé dans la recherche du meilleur dispositif. Dans la comparaison des divers types, on devrait considérer la dépense

moyenne annuelle (amortissement et entretien) correspondant à chacun d'eux et chiffrer en regard les avantages qui traduisent les qualités de chacun.

Nous examinerons successivement les principaux dispositifs existants en France : 1^o dispositifs réglementaires ; 2^o installations mises à l'essai dans les services par des agents ou fonctionnaires désireux d'améliorer le matériel de lignes. Nous passerons rapidement en revue les solutions adoptées par les administrations étrangères. Nous situerons enfin l'état d'avancement des recherches entreprises sous le contrôle de l'administration, dans le but de mettre au point un matériel cohérent et satisfaisant de raccordement aéro-souterrain.

Examen des dispositifs actuels de raccordement. — A.

DISPOSITIFS RÉGLEMENTAIRES. — 1^o *Ascension et peigne en câble sous caoutchouc.* — *L'Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes* dit que l'entrée des bureaux, dans les réseaux aériens, s'effectue au moyen de câbles sous caoutchouc à 7 paires (n^o 4-3). Le mode d'épanouissement du câble, la façon de guiper le peigne sous ruban tanné et goudronné, sont décrits dans l'Instruction précitée (éd. de 1921, p. 161 et 162), et les dessins détaillant les diverses opérations à effectuer ont été reproduits dans les *Annales* de mars 1927 (p. 208). L'application de ce procédé de raccordement aux points de concentration dans les réseaux aéro-souterrains est immédiate, à condition de raccorder par soudure, et au besoin par division, une amorce de câble sous caoutchouc et plomb au câble sous papier et plomb, quelques mètres avant l'ascension au potelet tête de lignes. C'est un des procédés qui a été prévu par *l'Instruction provisoire sur la construction et l'entretien des lignes souterraines* (éd. 1921, p. 133).

Ce dispositif n'est pas sans présenter de sérieux inconvénients : pour effectuer une coupure au point de concentration, l'ouvrier est obligé de dessouder le raccord fil-câble ; les permutations sont difficiles, bien qu'on ait pris soin, lors du guipage « de laisser aux fils du câble assez de longueur pour qu'ils puissent, au besoin, changer d'affectation sur toute la hauteur de l'armement aérien » ; enfin,

et surtout, l'expérience a montré que les câbles sous caoutchouc n'étaient pas efficacement protégés de l'humidité par le gnipage sous ruban tanné et sous rubans goudronnés : sous l'action alternée de l'humidité et du soleil, l'isolant se mouille et se fendille ; il peut se produire alors des mélanges entre conducteurs ou des contacts entre fils et potelets ; mais, le plus souvent, le dérangement se manifeste lorsque l'humidité, transmise par capillarité le long du câble 4-3, atteint le câble sous papier. On est alors obligé de « rafraîchir » le raccord en remplaçant la section de câble défectueuse par du câble 4-3 neuf, ce qui cause des dépenses de matériel et de main-d'œuvre. La durée de ce dispositif, en batterie centrale, est rarement supérieure à trois ans.

2° *Boîte de raccordement intermédiaire.* — a) Lignes urbaines. — L'Instruction a prévu qu'une boîte de raccordement, qu'il convient plutôt d'appeler boîte de coupure, pouvait être installée au pied de l'appui de concentration (à 2 mètres du sol environ, sur poteaux ou en façade).

La boîte décrite dans l'Instruction provisoire (p. 134 et 135) est une boîte en chêne de construction robuste, qu'on cherche à rendre aussi étanche que possible.

Les câbles, câbles d'ascension (à sept paires sous caoutchouc et plomb n° 4-3 et amorces (également en 4-3) que l'on a soudées à l'extrémité des câbles sous papier, pénètrent dans la boîte par une ouverture pratiquée dans sa face inférieure. La jonction des conducteurs correspondants de ces câbles s'effectue à l'intérieur, sur une réglette de raccordement, comportant vingt-huit paires de plots. Le raccordement des câbles d'ascension aux fils aériens s'effectue sur le potelet conformément au procédé décrit au paragraphe précédent.

La boîte intermédiaire permet évidemment les coupures ; mais, si un dérangement est localisé au delà du câble souterrain, il faut une seconde coupure en tête d'appuis pour savoir si le dérangement est dans la section aérienne ou dans le dispositif d'ascension. Les permutations s'effectuent à l'intérieur de la boîte au moyen de fils de renvoi sous caoutchouc.

b) Lignes interurbaines. — L'Instruction prévoit une dispo-

sition analogue pour le raccordement des circuits interurbains sur route, l'équipement intérieur de la boîte en chêne comportant, au lieu d'une réglette de plots, des réglettes de coupure et des paratonnerres Bertsch (paratonnerres bifilaires à pointes).

L'expérience a montré que les boîtes intermédiaires en bois n'étaient pas suffisamment étanches pour que l'humidité ne finisse par atteindre les câbles et en corrompre l'isolant. Elles constituent ainsi un second point faible de la ligne, qu'il y a intérêt à supprimer. Aussi ne rencontre-t-on plus qu'exceptionnellement de telles boîtes en service.

3° *Boîtes à pipes.* — La boîte de raccordement à pipes, décrite dans l'Instruction provisoire aux pages 139 et 140 et dont les dessins ont été reproduits dans le numéro de mars 1927 des *Annales* (fig. 6, 7, 8 et 9, pages 211, 212 et 213), se place directement sur l'appui tête de lignes, à hauteur des isolateurs de la ligne aérienne.

La boîte comprend une caisse en chêne de 1^m,40 de longueur, sur environ 10 centimètres de largeur et 10 centimètres de profondeur. Elle est fermée par deux portes de 70 centimètres de hauteur. Des pipes de porcelaine sont fixées sur les deux parois latérales de la boîte ; elles sont destinées au passage de conducteurs en fil nu qui seront soudés à une extrémité au conducteur aérien (en ergot sur l'isolateur) et dont l'autre extrémité sera serrée sous une borne, en communication électrique avec le conducteur correspondant du câble souterrain ; pour quatorze paires de conducteurs (têtes de lignes à armement double, quatre isolateurs par plan), il y a vingt-huit pipes, soit quatorze sur chaque paroi ; de chaque côté, les pipes sont rangées par groupes de deux, le premier groupe à 10 centimètres de la partie supérieure formant toit, les autres à 20 centimètres de distance ; cette distance de 20 centimètres est d'ailleurs imposée par la distance d'armement des consoles sur l'appui tête de lignes.

Sur le fond de la boîte, est vissée une réglette supportant des bornes barrettes à contre-écrous ou, plus souvent, des barrettes de plots de raccordement (une borne ou barrette par conducteur). Dans l'espace libre entre la réglette et les côtés de la boîte, les deux câbles à sept paires sont guipés, laissant échapper, en face de chaque

plot, le conducteur qui doit y être raccordé. On construit également des boîtes à sept paires pour têtes de lignes à armement simple (deux isolateurs par plan).

La fixation de la boîte sur les tiges du potelet tête de lignes s'effectue au moyen de plaques et boulons avec pattes de fixation (voy. *Instruction provisoire*, p. 141).

Plusieurs améliorations ont été apportées à ce matériel, depuis

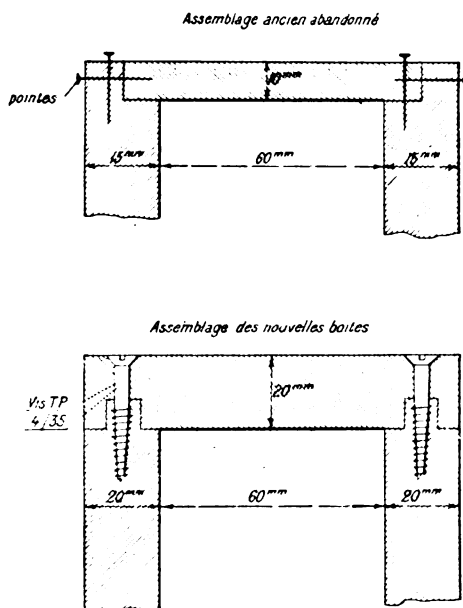


Fig. 1. — Assemblage des faces, dans une boîte de raccordement à pipes pour têtes de lignes.

sa mise en service à la direction du Service technique extra muros, où il a été conçu dès 1914 par M. Mouly, conducteur des travaux.

Pour augmenter l'étanchéité de la boîte, on a été amené à modifier le système d'assemblage des diverses faces de la caisse (voy. fig. 1); pour éviter le gauchissement des parois, on a dû porter de 15 à 20 millimètres l'épaisseur des planches en chêne.

Malgré ces améliorations, le premier type de boîtes à pipes n'a pas donné entière satisfaction; sans doute, il abrite de la pluie les conducteurs sous caoutchouc du câble 4-3; mais l'humidité

finit par suinter à travers les fentes inévitables qui se produisent entre faces ; de plus, trop souvent, il arrive que les portes soient mal refermées.

Ainsi la détérioration de l'isolant est, en général, retardée, mais elle n'est pas évitée ; la vie moyenne du dispositif est prolongée, mais elle reste faible (quatre ou cinq ans en batterie centrale). Dans ces conditions, ce type de boîte, ou *première boîte Mouly*, qui est encore en service à de nombreux exemplaires, surtout dans des réseaux à batterie locale, tend à être remplacé par un nouveau type, à tête noyée, qui est décrit plus loin.

B. AUTRES DISPOSITIFS DE FORTUNE UTILISÉS EN FRANCE. — Ainsi, aucun des procédés de raccordement prévus par l'Instruction ne donne entière satisfaction. Aussi de nombreux services se sont-ils ingéniés à rechercher des dispositifs présentant de meilleures qualités d'isolement et facilitant les coupures ou l'installation d'organes de protection.

Il ne saurait être question de décrire ici tous ces dispositifs ; nous signalerons seulement quelques-unes des installations intéressantes et qui ont rendu de réels services.

1^o *Boîte à pipes, en tôle*. — Certains services utilisent une boîte identique à la boîte Mouly précédemment décrite, mais dont la caisse extérieure est en tôle galvanisée au lieu d'être en bois. Cette boîte est généralement connue sous le nom de *boîte Audibert*, du nom du constructeur, à Grenoble (fig. 7 : A et B).

On aurait pu craindre que la condensation de l'humidité sur les parois en tôle fût gênante et entraînant une baisse d'isolement sur les lignes, par temps de pluie. En réalité, l'air circule à l'intérieur de la boîte, et la qualité du dispositif est sensiblement la même que celle de la boîte en bois. Le mode de fermeture de la boîte Audibert, par un système de porte à guillotine, est préférable au système à charnières ; on ne saurait ici, en effet, oublier de replacer la porte et, par suite, de refermer la boîte.

Il existe des boîtes Audibert, en tôle, prévues pour recevoir l'installation de paratonnerres Bertsch (paratonnerres à pointes, modèle bifilaire).

2^o *Cimaise Voisenat*. — Ce dispositif, simple et ingénieux, a

été employé avec succès dans certaines régions, notamment le centre et le sud-est.

Il se compose de deux demi-moulures, dont la section a le profil ci-contre. Les deux moulures, appliquées l'une contre l'autre, emboîtent une cavité cylindrique à l'intérieur de laquelle le peigne du câble 4-3 (sept paires sous caoutchouc), préalablement préparé (conducteurs entourés de deux toiles huilées), est emprisonné. Le câble sous caoutchouc et plomb pénètre par la partie supérieure ; le plomb du câble est soudé à une pièce également en plomb qui emboîte le sommet de la cimaise, empêchant ainsi l'infiltration de l'eau de pluie. Les conducteurs du 4-3 s'échappent sur les côtés de la moulure, par de petits tubes de caoutchouc ou mieux par de petits tubes de porcelaine, en face des isolateurs où ils vont se raccorder.

Le but de la cimaise, comme celui de la boîte à pipes, est la protection contre la pluie des conducteurs du câble 4-3. Il faut

noter que l'on peut, ou bien dénuder le conducteur de son isolant à l'extérieur du tube de sortie (cas de la figure 2), ou bien procéder à cette opération à l'intérieur de ce tube, de façon que nulle part le caoutchouc du câble n'apparaisse à l'extérieur de la cimaise. Dans le premier cas, la section de caoutchouc qui reste à la pluie, si courte soit-elle, finit par se corrompre et transmet par capillarité l'humidité à l'intérieur du peigne ; dans le second cas, il est arrivé, lorsque les tubes de sortie étaient en caoutchouc, qu'une corrosion du conducteur due à un phénomène d'électrolyse (au contact, sans doute, du caoutchouc vulcanisé) amenait la rupture des fils à la sortie de la cimaise (réseau de Vichy).

En résumé, ce dispositif simple prolonge la durée du câble sous caoutchouc servant au raccordement : il ne résout pas le pro-

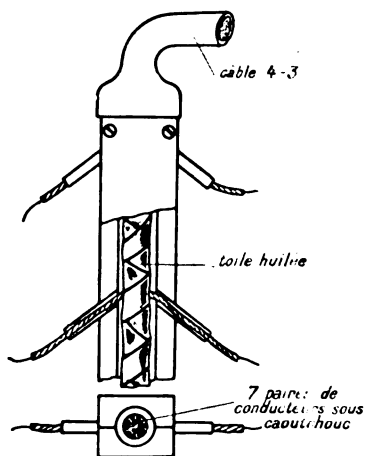


Fig. 2. — Cimaise Voisenat.

blème posé ; en particulier, il ne permet pas sans difficulté les coupures au raccordement : aussi, dans certaines régions, complète-t-on l'installation par une boîte intermédiaire, souvent imparfaite, qui crée un second point faible sur les lignes.

3^o *Boîtes intermédiaires.* — Les raisons que l'on donne généralement en faveur de l'installation des boîtes intermédiaires sont les suivantes : le dispositif employé (peigne en 4-3, cimaise) ne permettant pas les coupures, il est indispensable de créer un point de sectionnement sur les lignes pour la localisation des défauts entre l'aérien et le souterrain ; d'autre part, même si le dispositif permet les coupures (boîtes à pipes), le potelet ou le montant de concentration n'est pas facilement accessible : en particulier, le maniement d'une échelle longue exige la présence d'au moins deux ouvriers, et le surveillant qui recherche un dérangement ne peut, s'il est seul, effectuer la localisation.

En fait, dans la pratique, il y a des régions qui emploient des cimaises ou des boîtes à pipes sans boîtes intermédiaires, et il ne semble pas que la durée des dérangements de lignes y soit plus longue que dans les autres régions.

Bien souvent, on n'a installé des boîtes intermédiaires que pour établir la démarcation entre le service souterrain (qui était régional) et le service aérien (qui était départemental). Le service souterrain pose ses câbles et installe la boîte intermédiaire ; le service aérien établit l'ascension et le raccordement au potelet ; ainsi le service des câbles n'a pas besoin d'attendre que la tête de lignes soit construite pour terminer son travail, et il n'a pas besoin non plus de connaître l'armement qui sera adopté ; enfin l'entretien de la section sujette à dérangements incombe au service aérien, qui dispose de personnel sur place.

Il semble bien toutefois que, si le matériel de raccordement et l'armement des têtes de lignes étaient bien déterminés, les boîtes intermédiaires ne seraient indispensables que dans les cas suivants :

- 1^o Difficulté d'accès de l'appui tête de lignes,
- 2^o Nécessité d'installer des organes de protection.

Le type de boîte intermédiaire adopté, de préférence à la boîte réglementaire, se compose généralement d'une boîte en tôle gal-

vanisée à l'intérieur de laquelle sont fixées des réglettes de chêne portant des plots ou des barrettes de raccordement.

Les câbles arrivent à travers la face inférieure ; la fermeture de la boîte est assurée par une porte à charnières dont le couvercle présente une rainure ; le contour du corps de la boîte présente un épaulement sur lequel vient s'appuyer la rainure, ce qui assure

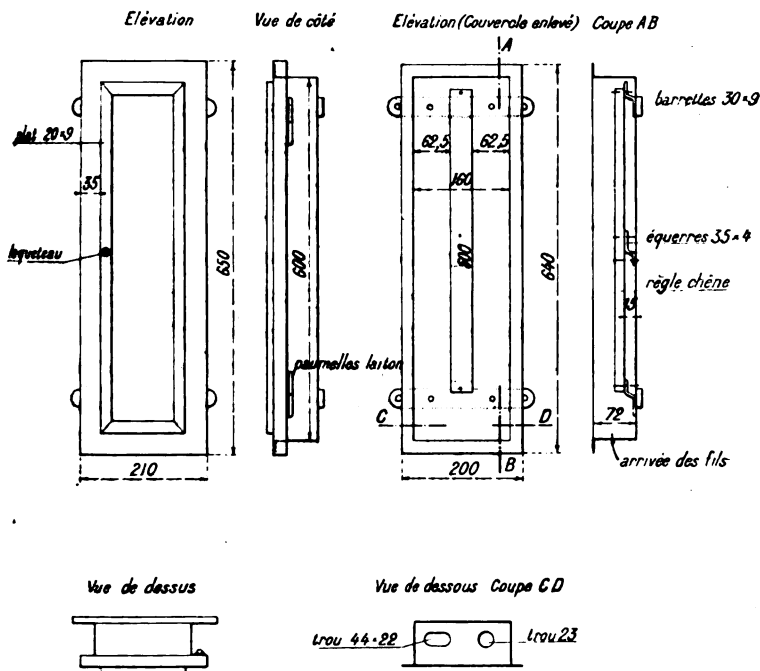


Fig. 3. — Boîte de coupure à 14 paires, en tôle d'acier de 15/10 pliée et soudée.

l'étanchéité approximative de l'installation. En général, tous les câbles qui pénètrent à l'intérieur de la boîte, tant ceux qui prolongent les câbles souterrains que ceux qui constituent le dispositif d'ascension, sont des câbles à conducteurs isolés au caoutchouc. Dans certaines régions toutefois, on fait arriver directement les câbles isolés au papier jusqu'à la boîte ; le peigne des conducteurs est alors gomme-laqué ou recouvert d'un vernis hydrofuge.

Malgré une étanchéité qui n'est pas rigoureuse, certaines boîtes intermédiaires actuelles donnent à peu près satisfaction ;

toutefois, leur durée est assez limitée, et elles finissent bien souvent par devenir la source de nombreux dérangements ; il arrive que les surveillants manipulent les peignes de conducteurs sans les reguiper convenablement ; enfin l'entretien de ce matériel est d'autant plus difficile que les ouvriers de plusieurs services (aérien, souterrain, monteurs) ont accès à ces boîtes : l'humidité finit par s'introduire à l'intérieur de l'installation et par compromettre l'isolement des lignes.

Inconvénients des dispositifs actuels. — Le principe même des dispositifs décrits jusqu'ici ne semble pas susceptible de résoudre le problème du raccordement. La faiblesse de ces installations provient de ce qu'il est difficile de protéger par un simple guipage ou un vernis les conducteurs de câbles sous papier ou sous caoutchouc, même lorsque les peignes sont placés à l'abri de boîtes ou de moulures : l'étanchéité de celles-ci est généralement imparfaite et la protection n'est pas entièrement efficace. Un autre inconvénient provient de ce que les opérations consistant à dénuder le câble, confectionner le peigne, guiper les conducteurs, se font sur le chantier même, dans des conditions de travail peu satisfaisantes ; la qualité de l'installation dépend ainsi de l'habileté des ouvriers, et il en résulte de notables différences dans la durée des dispositifs : celle-ci ne saurait, dans ces conditions, être garantie pour de longues années.

Les solutions du problème du raccordement à l'étranger.

— Il faut noter que le problème du raccordement ne paraît pas s'être présenté avec le même caractère de difficulté grave au regard de toutes les administrations étrangères (1).

Il semble qu'il y ait lieu d'attribuer cette particularité à la différence de qualité du caoutchouc des câbles employés par les diverses administrations. L'expérience a montré que les câbles sous caoutchouc utilisés en Amérique (câbles torsadés à deux con-

1. Le matériel allemand de têtes de câbles et de boîtes de raccordement ou de répartition a été décrit récemment dans un article de M. Senger paru dans la *Telegraphen- und Fernsprech-Technik* de janvier 1927 (p. 16).

ducteurs, par exemple) ou par l'office britannique (câbles à six et dix paires) et qui ont été, au lendemain de la guerre, laissés à la disposition de nos services, avaient une durée d'utilisation bien plus grande, toutes conditions égales d'ailleurs, que les câbles équivalents de l'administration française. De même, on peut constater encore actuellement en Alsace l'existence de dispositifs de raccordements en câbles sous caoutchouc qui ont été installés avant 1914, sans précautions spéciales, par l'administration allemande, et qui restent en service, assurant un isolement suffisant, même en batterie centrale.

Aussi une solution du problème du raccordement fréquemment adoptée à l'étranger consiste-t-elle à protéger seulement l'épanouissement du câble sous papier à l'intérieur d'une tête noyée au compound formant coffret intermédiaire ; des conducteurs sous caoutchouc assurent la liaison entre les bornes de cette boîte et les isolateurs de l'appui tête de lignes.

Les boîtes intermédiaires s'installent généralement au pied de ces appuis ; elles sont en tôle ou en fonte, avec une platine en porcelaine ou en bakélite qui supporte les bornes de raccordement : les conducteurs du câble sous papier sont soudés à la partie inférieure de ces bornes, à l'intérieur de la cavité étanche et noyée ; de l'autre extrémité des bornes, qui est seule accessible de l'extérieur, partent les conducteurs des câbles d'ascension, sous caoutchouc, dont la jonction avec les conducteurs aériens se fait soit directement, soit par l'intermédiaire d'isolateurs de raccordement.

L'administration suisse a cherché également à abriter les sections en câbles sous caoutchouc. Son système de raccordement, décrit dans les *Annales des Postes et Télégraphes* de février 1925 (p. 124), comprend : une boîte intermédiaire, un faisceau de câbles d'ascension à un conducteur sous caoutchouc et plomb, et des isolateurs de raccordement à un conducteur.

Le coffret comporte le corps de la boîte et le couvercle, tous deux en fonte.

Le corps de la boîte est une pièce complexe, venue de fonte, qui dessine :

a) une première cavité étanche, à l'intérieur de laquelle pénètrent et s'épanouissent des câbles à sept paires.

b) une seconde cavité étanche, où les câbles à un conducteur sous caoutchouc et plomb sont dénudés de leur enveloppe métallique et de leur isolant.

Des joints avec presse-étoupe assurent l'étanchéité aux points d'entrée des câbles. Les cavités peuvent être noyées, ou seulement lavées une fois le montage terminé, avec une matière isolante semi-consistante, coulée à chaud. Les brins des conducteurs sortent nus de ces cavités, dans l'axe de vis perforées, isolées du corps de la boîte par des manchons isolants ; ils sont alors soudés à des broches, et le raccordement des conducteurs se fait à l'aide de fils de renvoi soudés aux broches. Des anneaux guident le passage des fils ; les permutations s'effectuent facilement. Dans le cas où des appareils de protection doivent être installés, la platine antérieure du corps de la boîte est formée d'un ou de plusieurs panneaux en matière isolante, qui supportent les bornes-broches de raccordement et les parafoudres et fusibles.

Le couvercle articulé vient clore l'espace antérieur à la platine d'avant, où sont placés les fils de renvoi et les organes de protection. L'étanchéité entre boîte et couvercle est assurée par usinage des surfaces d'applique, que l'on peut d'ailleurs enduire de graisse consistante.

Des câbles d'ascension à un conducteur, sous caoutchouc et plomb, relient le coffret aux isolateurs spéciaux de l'appui tête de lignes. Le câble à un conducteur est dénudé de son enveloppe de plomb sous la cloche de l'isolateur de raccordement ; il est libéré de son isolant dans une cavité qui peut être noyée au compound, sous le chapeau mobile de l'isolateur ; le conducteur nu sort par un orifice ménagé à cet effet dans la porcelaine et peut être soudé en ergot sur le fil aérien.

Un tel dispositif semble compliqué et onéreux ; il présente surtout l'inconvénient d'exiger un *long montage sur place* (confection des peignes à l'intérieur des cavités de la boîte, montage et remplissage des isolateurs de raccordement) ; enfin l'étanchéité des diverses chambres n'est assurée que par l'introduction d'étoupe

suiffée autour des fils ou des câbles placés dans les trous d'introduction, d'où la nécessité d'une surveillance du matériel. En Suisse une visite d'entretien annuelle est réglementaire.

Dispositifs noyés ou moulés, récemment étudiés en France. — LA DEUXIÈME BOÎTE MOULY, OU BOÎTE À TÊTE NOYÉE. — Pour éviter les ennuis causés par l'utilisation du câble sous caoutchouc, on a cherché un dispositif de raccordement dans lequel le câble sous papier pourrait arriver directement jusqu'au niveau du potelet tête de lignes. On a cherché également à réduire au minimum la main-d'œuvre sur place, en livrant aux services de pose un dispositif construit en atelier, d'installation facile et rapide.

Dès 1923, M. Mouly faisait construire, à la direction du Service technique extra-muros, une boîte à pipes abritant une tête de câble noyée dans le brai, qui répondait à ces conditions.

Principe et description. — La boîte à pipes (fig. 4) est de dimensions et de construction identiques à celles de la boîte à réglettes de plots précédemment décrites.

La tête de câble (fig. 5) comprend une amorce de câble à sept ou quatorze paires (ou deux amorces à sept paires) dont l'extrémité libre est destinée à être raccordée au câble souterrain, et dont l'autre extrémité est coiffée de la tête-réglette proprement dite. Extérieurement, la tête-réglette est une caisse parallélipipédique d'où émergent les quatorze ou vingt-huit bornes à écrou reliées à chacun des conducteurs du ou des câbles ; les parois sont en chêne, sauf la face postérieure, constituée par une tôle de zinc, et le fond inférieur, formé par une bride en tôle étamée, soudée à l'enveloppe de plomb des câbles.

La tête étant fixée à l'intérieur de la boîte, les bornes sensiblement en face des pipes, il suffit de passer les fils nus entre les bornes et les isolateurs, par l'intermédiaire des pipes, pour joindre les conducteurs du câble aux fils aériens.

Construction et montage. — Avant l'introduction des câbles, la tête-réglette se présente sous la forme d'une auge ou d'un caniveau parallélipipédique de $145 \times 46 \times 34$ millimètres (dimensions extérieures) ; l'épaisseur des parois en chêne est de 10 millimètres. A

une extrémité, et sur 10 centimètres environ, la réglette présente un élargissement, de section 70×34 ; le ou les câbles sont dénudés de leur enveloppe de plomb, et le peigne des conducteurs est placé dans le caniveau de la réglette ; on laisse toutefois pénétrer quelques centimètres de câble *sous plomb* à l'intérieur de la partie élargie, et l'on soude à l'étain l'enveloppe de plomb à une bride en tôle étamée qui assure la fermeture étanche de la partie inférieure de la tête. De doubles bornes, à contre-écrous, traversent la face antérieure de la réglette ; elles sont disposées par groupes de deux ou de quatre suivant que la tête reçoit un ou deux câbles à sept paires ; leur espacement est le même que celui des pipes de la boîte extérieure. L'axe de chaque borne comprend une partie médiane, de section carrée et deux extrémités filetées. La partie médiane traverse la paroi en chêne par un trou, de section également carrée, à l'intérieur duquel la pièce ne peut tourner ; celle-ci est immobilisée dans le sens latéral par deux écrous à six pans, bloqués contre des rondelles appuyées sur la paroi. Le brin du câble est soudé à la partie inférieure de la tige filetée ; la continuité métallique est ainsi assurée avec l'extérieur de la borne, qui porte un écrou molleté de dimensions suffisantes pour qu'il puisse être facilement serré à la main.

Le peigne ayant été ainsi mis en place, du brai de goudron (brai de pétrole), dont le point de fusion est voisin de 80° , est coulé très fluide à l'intérieur et jusqu'aux bords de la réglette. Le peigne, de même que la partie de plomb conservée sur le câble à l'entrée de la tête, se trouvent ainsi enrobés dans la masse compacte, faisant prise par refroidissement.

La tôle d'arrière n'est vissée qu'après refroidissement du brai. La tête réglette est fixée sur la paroi postérieure de la boîte à pipes au moyen de vis à tête ronde 5-50 traversant entièrement la tête de câble dans des tubes en fibre placés à l'avance et noyés dans le brai.

Installation. — Le dispositif, construit en atelier, est livré tout monté aux services de pose.

La boîte à pipes se fixe sur les potelets de la tête de lignes au moyen de ferrures appropriées.



Il suffit de passer les fils nus entre les bornes et les isolateurs, par l'intermédiaire des pipes, et de souder les câbles à sept paires aux câbles souterrains, pour que le raccordement soit effectué.

Qualités de la boîte Mouly à tête noyée dans le brai. — La tête réglette obturant entièrement l'extrémité du câble sous papier, et la liaison entre les bornes et les conducteurs aériens pouvant se faire au moyen de fils nus, on voit qu'aucun fil isolé n'est plus apparent. De plus, la fabrication des boîtes s'effectue, en série, en ateliers ; la qualité du matériel est constante, et indépendante de celle de la main-d'œuvre de pose ; d'ailleurs, l'installation d'un point de concentration est rapide et facile.

La protection du peigne sous papier contre l'humidité demeurera efficace tant que la masse du compound ne sera pas altérée. On peut craindre toutefois que le moule en bois ne se déforme, que le brai ne se fendille, et que l'humidité ne finisse par pénétrer jusqu'au papier ; mais la durée d'un tel dispositif paraît devoir être notablement supérieure à celle des installations françaises précédemment décrites, en tous cas, les nombreux exemplaires en service depuis 1924 dans diverses régions ont donné satisfaction.

On notera que les coupures s'effectuent aux bornes de la tête-réglette ; une localisation de défaut nécessite ainsi l'ascension d'un ouvrier à l'appui tête de lignes ; mais on peut dire qu'aucune localisation n'est certaine sans cette intervention.

Les permutations s'effectuent comme dans le premier type de boîte Mouly.

Les dimensions de la boîte sont déterminées et limitées par les distances d'armement des consoles. La boîte courante est établie pour l'armement à 20 centimètres ; elle ne convient donc pas pour les têtes en toiture (armement à 25 centimètres) ; on pourrait toutefois, sans grands inconvénients, rapprocher, dans ce dernier cas, les traverses de 50 à 45 ou 40 centimètres sur l'appui tête de lignes, ce qui permettrait l'utilisation des mêmes réglettes. Enfin l'utilisation de boîtes à pipes en tôle galvanisée pour protéger les têtes de câbles permettrait de réduire l'encombrement de l'installation ; ou bien, à dimensions extérieures égales, la boîte métallique présente l'avantage d'être intérieurement plus spacieuse que la boîte

en bois, ce qui peut être utile dans le cas où l'on juge souhaitable l'installation d'organes de protection en tête d'appui.

Ainsi, dans tous les cas où l'installation d'une boîte intermédiaire n'est pas indispensable, le principe même de la boîte Mouly à tête de câble noyée dans le brai apporte la solution du problème de raccordement.

Le modèle de réalisation décrit ci-dessus est actuellement construit dans un atelier par des ouvriers de l'administration, avec des moyens et un outillage limités. Le matériel obtenu paraît susceptible d'améliorations, notamment après étude des points suivants :

1^o Recherche de la substance la plus favorable pour la construction du moule-support du compound :

2^o Détermination de la composition de la matière isolante appropriée.

Le problème fut posé en avril 1925 aux constructeurs jugés susceptibles de s'intéresser à la fabrication de ce matériel, par la direction du Service technique extra-muros en accord avec la direction de l'Exploitation téléphonique. Une notice exposant les conditions du problème du raccordement était adressée aux constructeurs, accompagnée des dessins et descriptions du matériel Mouly le plus récent.

Parmi les quelques solutions soumises, le projet de fabrication de têtes en matière moulée, présenté par la Société française Gardy, à Argenteuil, parut particulièrement séduisant ; l'étude en fut poursuivie et les essais du matériel proposé sont en cours.

LA TÊTE DE CÂBLE EN MATIÈRE MOULÉE. — La tête de câble (fig. 6) est constituée par un bloc parallélépipédique en matière isolante, moulée à chaud et sous pression, sur le peigne des conducteurs du câble sous papier : les brins des conducteurs ont été préalablement soudés à la partie inférieure des axes des bornes, dont l'autre extrémité émerge du moule : en somme, le principe est analogue à celui de la tête Mouly, avec cette différence que la matière isolante dans laquelle on coule le peigne présente, après moulage et refroidissement, des qualités de stabilité et de résistance mécanique telles, que le moule-support peut, ici, être supprimé.

La matière isolante employée, dite « gardite », est un complexe à base de résine synthétique (bakélite). Le moulage du peigne est une opération délicate, et diverses difficultés de fabrication ont dû être surmontées : il a fallu, notamment, éviter qu'une détérioration du papier et qu'un contact entre conducteurs ne puissent se produire au cours du moulage sous pression ; il a fallu également éviter qu'au point d'introduction du câble dans le bloc isolant l'enveloppe de plomb ne soit déformée par compression ; dans ce but, on a entouré l'enveloppe d'un manchon de laiton étamé, qui est soudé extérieurement sur le plomb.

Montage et installation des têtes. — L'élément de tête à sept paires a été provisoirement adopté comme unité, pour des raisons de commodité de moulage. Il est permis de penser qu'on pourra ultérieurement mouler des têtes à quatorze paires de 1^m,40 de longueur totale.

Afin d'éviter qu'en cas de coup de foudre ou de décharge accidentelle sur les lignes l'installation ne soit détériorée à la sortie même du câble (ce qui aurait pour conséquence la mise hors service du dispositif), l'amorce utilisée est en câble à conducteurs isolés au papier imprégné : le câble, essayé sur un tronçon de 5 mètres, a supporté pendant 5 minutes, sans claquage, une tension alternative de 4.000 volts entre un conducteur et les autres réunis à l'enveloppe de plomb.

Les têtes de câbles, comme les têtes noyées dans le brai, se placent à l'intérieur d'une boîte à pipes, en tôle ou en chêne, et le raccordement s'effectue comme il a été dit plus haut (voy. fig. 7 : C et D).

Essais électriques. — Les têtes de câbles livrées par la Société Gardy ont été réceptionnées dans les premiers mois de 1927. Des essais d'isolement ont été effectués sur tous les éléments présentés, entre chaque borne et les autres bornes reliées à l'enveloppe de plomb. Les isollements mesurés, en courant continu, avec une tension de 100 volts, sont toujours supérieurs à 500 mégohms, même après immersion de 24 heures dans l'eau et simple essuyage des têtes.

Des essais systématiques de claquage seront effectués ; dans la seule expérience qui a été jusqu'ici réalisée, le claquage s'est pro-

duit dans le câble extérieur (et non à l'intérieur de la tête), à une tension d'environ 10.000 volts.

Qualités de la tête en matière moulée. — Il y a lieu d'attendre les résultats de l'expérience en cours, avant de se prononcer définitivement sur la qualité de ce matériel ; toutefois, il est loisible de supposer que le principe de la tête en matière moulée, qui résout de façon rigoureuse le problème de l'obturation de l'épanouissement d'un câble, pourra servir de base à la construction d'un matériel rationnel et cohérent de raccordement.

Il semble, en effet, que l'on puisse compter sur une inaltérabilité complète de certaines matières moulées, aux agents atmosphériques ; il suffira de se prémunir contre tout vice de construction par des essais sévères (essais chimiques, essais mécaniques et essais électriques) à prévoir aux cahiers des charges, tant sur les pièces elles-mêmes que sur des éprouvettes obtenues par moulage de la même matière, et dans les mêmes conditions de température, de pression et de durée. Les essais chimiques pourront comporter des essais de combustion, de résistance à l'eau salée, aux acides et aux solvants organiques ; les essais mécaniques comporteront des essais de traction ou de rupture par flexion, de résistance au choc et de dureté à la bille. Des mesures de résistivité transversale, de résistivité superficielle et de rigidité diélectrique permettront de vérifier les qualités électriques de l'isolant employé.

Dans les dispositifs à tête noyée, la présence de joints élastiques (caoutchouc, étoupe) résistant mal aux agents atmosphériques exige une surveillance et un entretien du matériel, et limite la durée des installations ; il semble qu'à ce double point de vue les dispositifs à tête moulée présentent une supériorité sur les têtes noyées : leur durée sera plus longue, avec un entretien minimum.

On peut objecter que, dans le cas d'un dérangement à l'intérieur du dispositif, aucune réparation ne peut être effectuée : le raccordement de la ou des paires intéressées est alors impossible, et les circuits correspondants sont inutilisables jusqu'au bureau (ou jusqu'au sous-répartiteur). Il faut remarquer que ce cas de dérangement intérieur à la tête de câble semble devoir être tout à fait exceptionnel, sinon impossible : l'utilisation de câble spécial



à haute rigidité diélectrique et la garantie d'essais de tension effectués à la réception du matériel semblent en effet devoir mettre celui-ci à l'abri des détériorations par décharges atmosphériques ou haute tension. L'expérience, toutefois, montrera si l'objection mérite d'être retenue.

Le prix élevé des installations à têtes moulées pourra être un obstacle à la généralisation de leur utilisation. On notera que ce prix ne pourra être connu avec rigueur que lorsqu'une fabrication en série pourra être effectuée par divers constructeurs. Le matériel sera intéressant si les avantages qu'il présente par rapport au matériel existant ou possible (têtes noyées, moulures protégeant des câbles spéciaux, émaillés ou imprégnés) compensent le supplément de dépenses qu'entraînera son adoption.

Matériel de raccordement projeté. — Ce matériel comprendrait :

a) des têtes de raccordement, sans organes de protection, à placer en têtes des appuis de concentration (poteaux, façade ou toiture), analogues aux têtes décrites ci-dessus ; il resterait à rechercher quel serait la matière la plus avantageuse pour la construction des boîtes à pipes ; il ne semble pas possible de supprimer celles-ci, à cause de la nécessité d'abriter les conducteurs isolés, qui deviennent nécessaires pour les renvois entre paires, en cas de permutations ;

b) des têtes de raccordement, pouvant recevoir des organes de protection (parafoudres à vide ou à charbons striés, et, éventuellement, fusibles), à placer en tête d'appuis ;

c) des boîtes intermédiaires de coupure ;

d) des boîtes intermédiaires de coupure permettant l'installation d'organes de protection ;

e) des têtes de câbles interurbains, pour guérites, destinées à remplacer les têtes en fonte actuelles.

Dans le cas général des installations ordinaires, on utiliserait les dispositifs *a)*.

Les dispositifs *b)* seraient placés aux points de concentration facilement accessibles et recevant des lignes longues ou particulièrement exposées.

Dans le cas de têtes de lignes difficilement accessibles, on installerait : un dispositif *a*) et une boîte *e*) si les lignes sont courtes ; une tête *a*) et une boîte *d*) si les câbles doivent être protégés contre les coups de foudre ou l'induction à haute tension.

Les boîtes *c*) et *d*) seront en tôle ou en fonte, et abriteront des têtes de câbles en matière moulée, à bornes, à l'intérieur desquelles seront emprisonnés les peignes de deux câbles parallèles (câble d'ascension et câble à raccorder du côté souterrain) ; les conducteurs de chaque câble seront soudés à la partie inférieure des bornes, placées côte à côte ; les organes de protection seront placés en dérivation, du côté aérien, et une barrette de coupure, avec ou sans fusible, assurera la liaison entre bornes.

Les divers dispositifs seraient livrés avec amorce de câbles, et l'installation des points de concentration comprendrait uniquement des travaux de fixation des appareils sur les appuis, et de soudure des câbles sous plomb.

Les amorces de câble situées au delà des organes de protection (côté de la ligne) auraient leurs conducteurs isolés au papier imprégné ou au papier bakéliné.

II. ENTRÉES DES PETITS BUREAUX TÉLÉPHONIQUES.

Dans un réseau entièrement aérien, tous les circuits et lignes d'abonnés arrivent sur les potelets du bureau ou sur une herse en toiture.

Le dispositif actuellement réglementaire pour l'entrée dans le bureau est le peigne du câble 4-3 (sept paires de conducteurs sous caoutchouc et plomb) abrité par un guipage sous ruban tanné et rubans goudronnés.

Cette protection a pu, jusqu'ici, se montrer suffisante, les petits réseaux étant généralement exploités en batterie locale ; mais le développement des installations automatiques rurales exigera que le raccordement à ces potelets soit effectué dans de meilleures conditions d'isolement.

Si l'on veut équiper les appuis de concentration avec des dispositifs à amorces de câble, des pièces de soudure ou de division

des câbles sous plomb seront évidemment nécessaires ; or le service aérien, à qui incombe actuellement la construction et l'entretien des réseaux en question, ne dispose généralement pas de soudeur.

L'adoption d'un dispositif de raccordement avec peigne noyé dans une masse isolante pourrait alors donner satisfaction, à la condition que le peigne puisse être monté et noyé sur place par les ouvriers du service aérien. Mais on notera, d'une part, que le remplissage au compound d'une boîte de 1^m,40 de longueur est une opération délicate et difficilement exécutable en plein air, et, d'autre part, que l'obturation de la tête au point d'arrivée du câble sous plomb ne peut guère être étanche que s'il y a soudure entre pièces métalliques.

Dans ces conditions, il semble qu'il y aurait intérêt à ce que les entrées de bureaux pussent être traitées comme les points de concentration des réseaux aéro-souterrains, c'est-à-dire constituées avec un matériel préparé en usine et livré avec amorces de câble. Il suffit pour cela qu'un soudeur puisse être mis à la disposition de l'inspecteur du service aérien, sur demande de ce dernier, pour l'installation et la soudure des têtes de raccordement.

III. ENTRÉES DE POSTES D'ABONNÉS.

La ligne aérienne d'abonné, en bronze de 11 ou 15 dixièmes de millimètre, s'arrête sur deux isolateurs placés sur des ferrures de divers modèles, fixées sur le potelet ou la tige d'entrée de poste.

Entrée de poste actuelle. — Les fils sont raccordés aux conducteurs du câble sous caoutchouc et plomb qui pénètre chez l'abonné ; on emploie du câble 4-1 à un conducteur, ou du câble 4-2 à une paire.

Dans le cas où l'on utilise le câble 4-1 (voy. *B.M.* n° 25 de 1925, p. 710), l'agent des lignes doit veiller à ce que le point où le conducteur est dénudé de son enveloppe de plomb, ainsi que le point où le conducteur est dépouillé de son enveloppe isolante, soient abrités sous la cloche de l'isolateur. On évite également tout contact

du plomb avec le verre ou la porcelaine en enroulant quelques spires de ruban isolant sur la partie de l'enveloppe de plomb pénétrant sous l'isolateur. Malgré ces précautions, la partie du conducteur sous caoutchouc et sans plomb, bien qu'abritée de la pluie, reste soumise à l'influence de l'humidité et à celle des variations de température : l'humidité se transmet par capillarité à l'isolant sous plomb, et l'isolement baisse dès que cette partie du câble est atteinte ; on doit alors refaire l'entrée de poste en « rafraîchissant » l'extrémité du câble. La durée d'une telle installation ne dépasse guère 4 ans en batterie centrale.

Dans le cas où l'on emploie du câble 4-2, il n'est pas possible d'abriter entièrement de la pluie les brins de conducteurs isolés, dénudés de leur enveloppe de plomb ; la durée pendant laquelle l'isolement entre fils et terre, ou entre fils, reste satisfaisant est plus faible encore que dans le cas précédent.

Dispositifs proposés. — Divers types d'isolateurs de raccordement ont été proposés à l'administration pour remédier à ces inconvénients : on emploie couramment en Suisse ce matériel, dont nous avons donné précédemment le principe. Une chambre d'épanouissement du câble est ménagée sous un chapeau, à l'intérieur de l'isolateur, et peut être noyée à l'aide d'un compound. Ces dispositifs, toutefois, soulèvent certaines objections : en général, la coupure au raccordement n'est pas possible, ce qui peut être gênant en cas de dérangement ; de plus, l'opération du remplissage de la chambre en plein air est une opération qui demande à être effectuée avec soin ; enfin, dans les isolateurs où le fil sort directement du bloc du compound, le point de sortie est un point faible, tant au point de vue mécanique qu'au point de vue électrique : des phénomènes d'électrolyse et d'attaque du bronze peuvent s'y produire sous l'influence de poussières ou de matières étrangères.

Ces considérations conduisent à rechercher un dispositif d'entrée de poste dans lequel l'épanouissement des câbles puisse être noyé, les extrémités des conducteurs étant raccordées à des bornes.

Cependant, tout dispositif dans lequel le remplissage sera

effectué sur place semble devoir être imparfait, puisque la qualité du raccordement dépendra du soin avec lequel l'opération aura été effectuée.

On est alors amené à imaginer un dispositif d'entrée de poste en matière moulée, construit en usine, comportant deux bornes extérieures et une amorce de câble à deux conducteurs : ce dispositif se placerait entre les deux isolateurs sur lesquels s'arrêtent les fils aériens. Il semble d'ailleurs qu'une boîte à pipes extérieure ne sera plus ici indispensable : il suffit de disposer les bornes de telle façon que la pluie ou la neige ne puisse séjourner à leur contact.

Deux difficultés toutefois se présentent :

1^o Il paraît difficile de pouvoir emmagasiner des dispositifs avec longueurs d'amorces variables, qui s'adaptent directement aux diverses installations à effectuer ; il faut donc imaginer un dispositif livré avec une amorce de longueur fixe, qui serait raccordée par soudure, lors de la mise en place, à une autre section de câble à deux conducteurs, sous plomb ; or les ouvriers du service aérien ne savent pas, actuellement, effectuer une telle soudure.

Il ne semble pas toutefois que l'objection soit insurmontable : cette opération n'exige pas un matériel encombrant et ne présente pas de difficultés telles, que les agents des lignes aériennes n'arrivent à l'effectuer dans des conditions satisfaisantes, après une très courte instruction.

2^o Si l'on veut installer le dispositif entre les deux isolateurs, sans boîte à pipes extérieure, il paraît difficile de pouvoir dessiner un modèle unique dont l'adaptation et la fixation soient possibles sur tous les systèmes de ferrures qui peuvent être installés à une entrée de poste. On sera probablement conduit à envisager deux types d'installation, ce qui ne semble pas d'ailleurs devoir être excessif.

L'extrémité extérieure du câble d'entrée de poste étant ainsi obturée, l'emploi de câble sous caoutchouc peut être évité ; en effet, l'autre extrémité débouche chez l'abonné dans un local abrité de la pluie. Cependant ce local est souvent humide. On peut alors imaginer un bloc d'obturation, également en matière moulée, qui servirait à la fixation des organes de protection. Mais cette dispo-

sition, sans doute onéreuse, semble pouvoir être évitée si l'on emploie un câble à deux conducteurs émaillés, sous papier et plomb, ou encore un câble à deux conducteurs sous papier imprégné (ou baké-lisé) et sous plomb. La soudure de ces types de câble, si elle présente quelques difficultés, ne semble pas devoir être au-dessus des capacités des agents des lignes aériennes.

En résumé, un dispositif d'entrée de poste serait composé d'une amorce de câble à deux conducteurs sous papier imprégné et plomb, ou bien à deux brins émaillés sous papier et plomb : une extrémité serait obturée par la tête de câble en matière moulée, avec bornes, et l'autre extrémité, provisoirement matée, serait raccordée par soudure, lors de la mise en place, à une section de câble de mêmes spécifications.

CONCLUSION.

Le problème du raccordement se confond avec celui de l'obturation de l'épanouissement des câbles sous plomb, à paires multiples (le nombre de paires étant toutefois inférieur ou égal à 28).

Deux solutions paraissent susceptibles d'une réalisation satisfaisante : 1° la fabrication de têtes de câbles en matière moulée, avec bornes extérieures ; 2° la construction de boîtes étanches à l'intérieur desquelles les conducteurs du câble sont séparés, et où l'on peut couler un compound isolant.

La tête en matière moulée semble devoir présenter les avantages suivants : étanchéité rigoureuse, pose rapide et facile, minimum d'entretien.

Dans le cas où la tête noyée serait livrée également avec amorces de câble, son installation serait aussi rapide et facile ; dans le cas contraire, où le montage doit être exécuté sur place, la qualité du matériel ne saurait être parfaitement garantie. Dans tous les cas, l'étanchéité d'une chambre dont le volume est important ne peut être obtenue qu'au prix de joints compliqués dont l'entretien ne doit pas être négligé.

Si les essais de têtes moulées, actuellement en cours, donnent

satisfaction, et si les conclusions de l'étude économique à intervenir sont favorables, l'administration envisagera la création d'un matériel de raccordement basé sur le même principe.

Dans le cas où la généralisation de ce matériel ne devrait pas être poursuivie, l'administration envisage la mise au concours d'un matériel à têtes noyées.

LES CARACTÉRISTIQUES DE TRANSMISSION DES COMMUNICATIONS A GRANDE DISTANCE PAR CABLES, par K. KÜPFMÜLLER. (a)

SOMMAIRE :

I. La qualité de la transmission : 1. Généralités ; 2. Les mesures de la netteté ; 3. L'affaiblissement.

II. Les distorsions : 4. Les différentes formes de la distorsion ; 5. La distorsion d'affaiblissement ; 6. La distorsion de phase ; 7. L'effet d'écho ; 8. La distorsion non linéaire.

III. Les troubles : 9. La diaphonie ; 10. Les troubles d'origine extérieure.

IV. Liste des références.

I. LA QUALITÉ DE LA TRANSMISSION.

1. Généralités. — L'introduction, dans la technique téléphonique, de la pupinisation et des amplificateurs (1), pour l'établissement de communications à grande distance, a supprimé toute une série de difficultés considérables qui affectaient surtout la qualité du service et l'économie des installations. Les longueurs de plus en plus considérables des liaisons établies d'après le nouveau système firent apparaître des caractéristiques nouvelles concernant la qualité de la transmission ; mais, en même temps, s'offrirent des possibilités de neutraliser les effets des phénomènes perturbateurs. La mise en œuvre de ces possibilités constitua un but important en vue du développement du réseau de circuits à grande distance. Elle a permis de porter la qualité de la transmission, sur les longs circuits modernes en câble, même sur ceux qui atteignent une lon-

a) Traduction d'un article paru dans l'*Europäischer Fernsprechdienst* du 5 juillet 1927.

1. Voy. les références à la fin de l'article.

gueur considérable, à un degré de perfection qui ne le cède en rien à celui qu'on obtient dans les communications urbaines ordinaires. L'exposé qui va suivre donnera une idée d'ensemble des caractéristiques électriques des liaisons à grande distance, si importantes pour la transmission de la parole, et des moyens employés pour rendre toujours plus parfaite la qualité de la transmission.

Le degré de perfection d'une communication téléphonique est déterminé à l'aide des mesures de la netteté. Comme ces mesures forment la base sur laquelle repose aujourd'hui l'appréciation de la qualité de la transmission, on doit tout d'abord donner quelques détails sur la matière dont elles s'effectuent depuis quelques années au laboratoire central de la société Siemens.

2. Les mesures de la netteté. — Le principe des mesures de la netteté consiste dans la détermination du rapport au nombre de syllabes exactement comprises au nombre de syllabes prononcées (*). Cette mesure s'effectue de la manière suivante : On dicte devant le microphone un nombre déterminé de syllabes séparées, tandis qu'à l'extrémité réceptrice un auditeur transcrit tout ce qu'il entend. Par comparaison du texte transcrit au texte dicté, on obtient le pourcentage des syllabes exactement comprises, qu'on dénomme la netteté *V* du système étudié. Naturellement, ce pourcentage dépend d'abord de la nature des syllabes dictées. On a trouvé, par exemple, que les syllabes ayant un sens par elles-mêmes sont mieux comprises, à qualité de transmission égale, que les syllabes n'ayant pas de sens. On a donc effectué les mesures de netteté en choisissant des syllabes artificielles, de telle sorte que, tout en contenant la plupart des sons et articulations du langage courant, elles ne possèdent cependant par elles-mêmes, autant que possible, aucune signification. La figure 1 reproduit un texte composé de 100 syllabes ayant servi aux mesures de la netteté. Si l'on mesure la netteté d'un système de transmission quelconque à l'aide d'un nombre toujours plus grand de syllabes de cette nature, on constate que les valeurs trouvées se rapprochent finalement d'une valeur limite déterminée. Dans la pratique, cette valeur limite est atteinte à

partir de 500 syllabes environ. Elle dépend un peu encore de la personne qui écoute. Il est donc nécessaire de répéter les expériences avec des auditeurs différents.

fraf	niend	zeur	jan	set
nucht	gul	jern	nen	bron
he	ron	ren	dei	ses
tôn	me	is	dū	ne
diel	dul	spreu	tangs	lomme
ziech	schli	bīt	din	ucht
nei	friellt	gech	zer	nirn
sche	le	gun	krerd	hend
nek	on	sier	ba	sches
wit	techt	li	gein	le
lei	lers	to	cher	ner
ten	kaht	wend	won	dor
dern	iel	dest	do	gengs
naur	vond	ges	bum	zwen
dagt	ger	trub	lu	ri
beng	pre	wa	dūn	un
ron	ke	ind	graur	chin
rehr	deil	wech	un	le
zi	lif	sag	sien	gies
speir	heind	gār	ren	hes

Fig. 1. — Texte dicté.

Si l'on fait la moyenne des résultats ainsi obtenus, on trouve que, si l'on passe de quatre à cinq observateurs, cette moyenne ne varie plus seulement que de 1 à 2 %. En conséquence, toutes les mesures de la netteté sont exécutées en employant, en principe, 500 syllabes et cinq auditeurs. Il est encore important de régler la vitesse de la dictée, ce qui se fait à l'aide d'un métronome optique émettant un signal pour chaque syllabe à prononcer. On a fixé à 2 ou 3 secondes l'espacement le plus favorable entre les diverses syllabes. L'exécution d'une mesure de netteté dure environ 2 heures quand on n'emploie qu'un seul auditeur et une demi-heure quand cinq auditeurs peuvent écouter en parallèle.

Le tableau suivant donnera une idée de la valeur des rapports numériques trouvés dans la pratique.

NATURE DE LA TRANSMISSION.	NETTETÉ V.
Audition directe, chambre sourde.....	98 à 100 %
— salle de théâtre, bonne place.....	90 à 95 %
— — place moyenne.....	80 à 85 %
— chambre de dimensions moyennes...	80 à 85 %
Conversation téléphonique urbaine, à faible distance..	70 à 75 %
Conversation téléphonique urbaine, à longue distance.	60 à 70 %

Il est à remarquer qu'une netteté de 100 % par transmission directe de bouche à oreille ne peut être obtenue que dans des conditions tout à fait exceptionnelles, capitonnage des cloisons et suppression absolue de tout bruit étranger.

Les deux derniers chiffres donnés ont été établis en se servant d'appareils téléphoniques de série. On donnera plus loin les résultats obtenus sur les liaisons interurbaines.

On pourrait songer à employer, pour la mesure de la netteté, au lieu de simples syllabes, des mots, des phrases ou des textes suivis et plus ou moins longs. De nombreuses expériences ont été faites dans ce sens. Elles ont prouvé que cette dernière façon de procéder convenait moins bien pour évaluer la qualité de la transmission, parce que la faculté de divination des opérateurs joue un plus grand rôle, et qu'on trouverait ainsi des nombres se rapprochant encore de 100 %, même dans le cas d'une notable diminution de la qualité de la transmission ; les troubles divers rendant la compréhension difficile n'apparaîtraient donc pas.

3. L'affaiblissement. — Parmi les facteurs présentant de l'importance pour la netteté, on doit citer en premier lieu l'intensité sonore. On sait qu'en téléphonie on emploie, comme mesure de l'intensité sonore, l'affaiblissement b qui est défini ⁽³⁾ généralement par le rapport de la puissance à l'entrée N_1 , à la puissance à la sortie N_2 , selon la formule :

$$b = \frac{1}{2} L \frac{N_1}{N_2}.$$

Pour des appareils normaux d'abonnés, nous avons trouvé que la netteté en fonction de l'affaiblissement b varie ainsi que le représente la figure 2. La netteté augmente d'abord un peu ; le maximum correspond à l'affaiblissement pour lequel l'intensité sonore dans l'écouteur est à peu près égale à celle qu'on obtient par conversation directe sur une distance des plus courtes. Pour des valeurs au dessus de $b = 4$, la netteté décroît graduellement.

La courbe de la figure 2 a été tracée pour le cas où la trans-

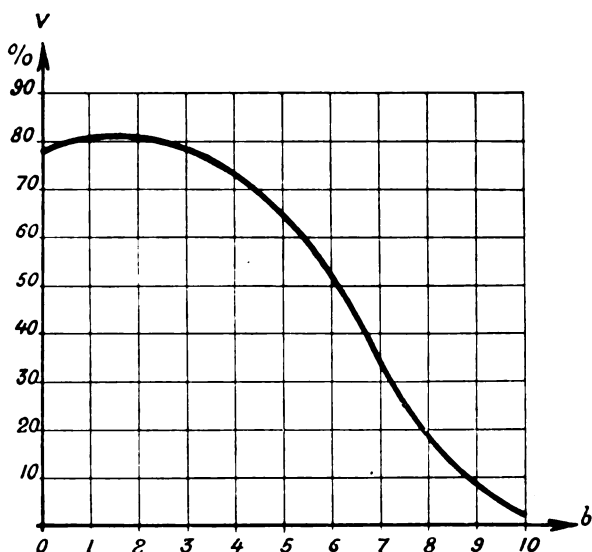


Fig. 2. — Netteté des syllabes et affaiblissement du circuit.

mission sur le circuit reliant les appareils était parfaite et quand il n'existait, en particulier, aucun bruit parasite. S'il existe des parasites, la courbe s'infléchit sensiblement plus vite pour de plus grands affaiblissements. Ainsi des bruits, comme en cause dans les circuits aériens l'influence des courants forts, rendraient la conversation absolument inintelligible dès que b aurait une valeur égale à 5. Dans les longues liaisons par câble, l'affaiblissement entre les deux bureaux extrêmes a une valeur comprise entre $b = 1$ et $b = 1,3$. A cet affaiblissement s'ajoute celui qui correspond aux liaisons aux extrémités entre bureau et abonné. Il doit même, dans les grands

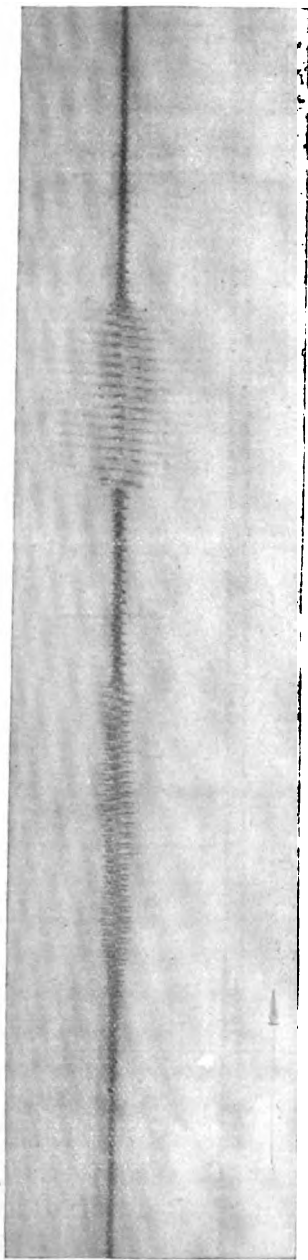


Fig. 3. — Oscillogramme du courant quand on prononce le mot « Siemens ».

réseaux urbains, être inférieur à $b = 1,0$, de sorte que, dans le cas le plus défavorable, l'affaiblissement total affectant la liaison entre les deux abonnés peut s'élever à $b = 3,3$. D'après la figure 2, cette valeur se trouve encore dans la région de la netteté la plus favorable.

On peut, d'une façon générale, diviser les phénomènes perturbateurs en deux groupes distincts : les *distorsions* et les *troubles*. Au premier groupe appartiennent tous les phénomènes qui modifient systématiquement les courants de conversation provenant de l'appareil transmetteur, de telle sorte qu'un signal donné produise dans le récepteur un effet donné, constamment le même. Le deuxième groupe comprend les phénomènes perturbateurs qui n'ont pas de rapport de cause à effet avec les courants de conversation transmis, par exemple, les troubles causés dans les circuits par des champs électromagnétiques voisins. Ces deux groupes de perturbations sont étudiés de plus près dans l'exposé qui suit.

II. LES DISTORSIONS.

4. Les différentes formes de distorsion. — La figure 3 montre un oscillogramme des courants qui se propagent le long d'un circuit quand on prononce le mot « Siemens ». On sait qu'on peut, dans cet intervalle de temps, décomposer les courants de conversation en un nombre relativement petit d'oscillations sinusoïdales simples. (4)

Pour le son « i », par exemple, on obtient la répartition des

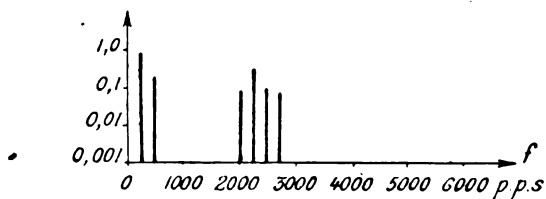


Fig. 4. — Oscillations composantes de la voyelle « i ».

amplitudes et fréquences des oscillations composantes distinctes que représente la figure 4. Elles se trouvent dans la bande comprise entre 200 et 3000 périodes par seconde. On peut dès lors étudier plus

à fond le processus des phénomènes jouant un rôle dans la transmission, puisqu'on peut mieux suivre les modifications auxquelles sont soumises, dans le système de transmission, ces oscillations composantes ainsi isolées.

Si, au point de départ d'un système de transmission quelconque (un long circuit, par exemple), est appliquée une tension de la forme

$$V_1 = V_0 \sin \omega t, \quad (2)$$

il se produit également, à l'extrémité réceptrice, une oscillation sinusoïdale simple d'égale fréquence, que l'on peut représenter sous la forme :

$$V_2 = V_0 e^{-b} \sin (\omega t - a), \quad (3)$$

où b désigne l'affaiblissement du système de transmission, et a le décalage de phase de la tension finale par rapport à la tension initiale. On dit que le système n'a pas de distorsion si l'affaiblissement b n'est pas une fonction de la fréquence et si l'angle de phase croît proportionnellement à la fréquence, c'est-à-dire si

$$b = \text{constante}, \quad (4)$$

$$a = \omega. \text{ constante.} \quad (5)$$

Si la première condition n'est pas remplie, on dit qu'il existe de la « distorsion d'affaiblissement » ; si l'on s'écarte de la deuxième condition, on se trouve en présence de la « distorsion de phase ». En plus de ces deux sortes de distorsion, il en existe encore une troisième qui se produit lorsque les quantités b et a sont des fonctions de la tension V_0 . C'est la « distorsion non linéaire ». Ces trois genres de distorsion jouent chacun un rôle important dans les longues communications par câble.

5. La distorsion d'affaiblissement. — La figure 5 représente l'affaiblissement d'un circuit de 150 kilomètres appartenant au câble normal allemand. L'affaiblissement augmente d'abord lentement, mais, par contre, il croît très rapidement au voisinage de la fréquence de 2700 p.p.s.. C'est la fréquence de coupure du circuit, ω_c , qui est égale à la fréquence propre d'un élément de circuit

(fig. 6) formé des bobines Pupin et des capacités des sections de ligne adjacentes.

Par un choix judicieux des valeurs à donner à l'inductance des bobines et à leur espacement, on est maître d'élever comme on l'entend la fréquence de coupure. Mais alors, pour la bande de fréquences

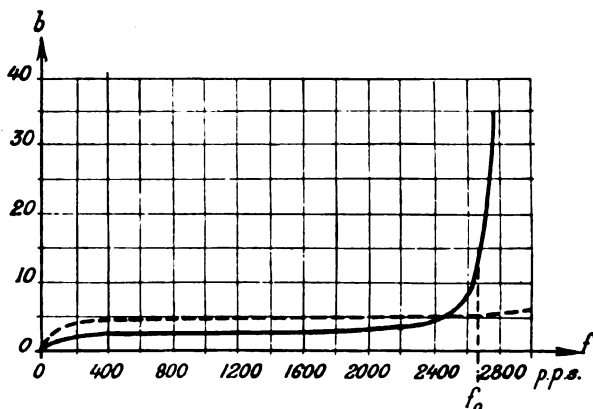


Fig. 5. — Affaiblissement d'un circuit en conducteurs de $0{,}25$ mm.

importante, l'affaiblissement s'accroît, ainsi que le montre, sur la figure 5, la courbe marquée en tirets, qui représente le cas de la pupinisation avec une fréquence de coupure $f_0 = 5400$ p.p.s. pour un

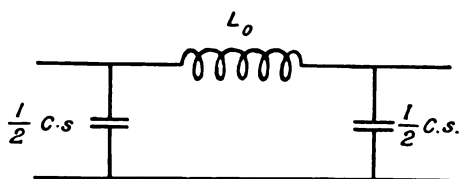


Fig. 6.

même espacement des bobines. Pour maintenir un affaiblissement déterminé admissible, on doit augmenter soit le poids de cuivre du conducteur, soit le nombre des amplificateurs. Les deux remèdes causent le renchérissement de l'installation. On s'en tient donc à une fréquence de coupure aussi basse que le permettent les exigences de la qualité de la transmission. La figure 7 nous apporte des éclaircissements sur l'influence que cette limitation de la bande de

fréquences à transmettre exerce sur la qualité de la transmission. Elle montre la courbe de la netteté en fonction de la fréquence limite supérieure des oscillations transmises sans distorsion, et cela en se servant d'appareils ordinaires d'abonnés. La netteté augmente

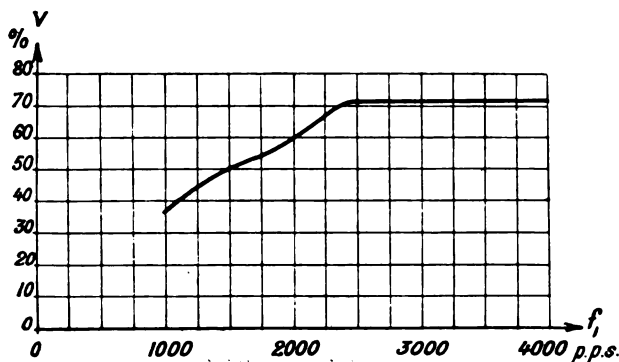


Fig. 7. — Netteté et bande de fréquences

jusqu'à environ $f = 2400$ p.p.s.. Au delà de ce point, on ne peut plus obtenir d'amélioration sensible, parce que les appareils ne transmettent plus fidèlement des fréquences aussi élevées et que,

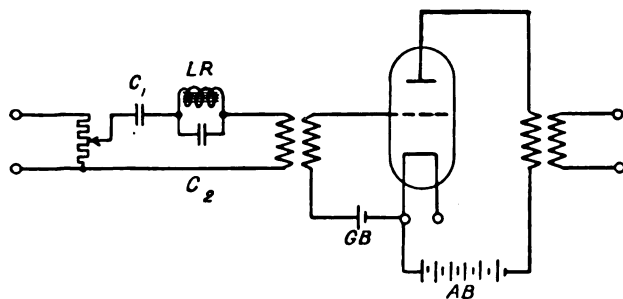


Fig. 8. — Amplificateur pour circuit à 4 fils.

en outre, ces fréquences n'ont qu'une faible influence sur la netteté. (5)

Dans les longues liaisons par câble, on prend des dispositions pour que toutes les fréquences jusqu'à 2000 p.p.s. soient transmises sans distorsion. On obtient ainsi, selon la figure 7, une netteté de 60 %, ce qui est encore une garantie d'intelligibilité très appréciable

dans la pratique. La figure 7 montre cependant qu'en élevant à 2400 p.p.s. la fréquence de coupure on obtient encore un considérable accroissement de la netteté. De ce fait découlent de récentes

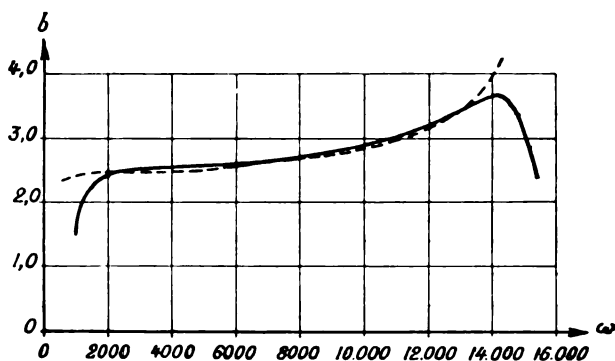


Fig. 9. — Amplification et affaiblissement.

propositions touchant aux mesures à prendre sur les longs circuits en câble.

Ainsi que le montre la figure 5, l'affaiblissement subit un

b

accroisse
cuit de
 $f_0 = 270$
la fréquence

C'est donc un accroissement de $b = 4$ qui amoindrirait considérablement la qualité de la transmission.

On supprime cette distorsion d'affaiblissement par un dispositif dit *compensateur d'affaiblissement* ou *anti-distorsion*. Il consiste à munir les amplificateurs d'un montage tel, que pour toutes les fréquences jusqu'à 2000 p.p.s. le gain des relais soit équivalent à l'affaiblissement de la ligne. La figure 8 montre le schéma d'un amplificateur à quatre fils construit par la société Siemens et Halske.

Par le choix approprié des valeurs de la capacité, de l'inductance et de la résistance, C , L et R , ainsi que du transformateur, on a obtenu la courbe d'amplification représentée sur la figure 9. Elle se confond très exactement avec la courbe d'affaiblissement des circuits en câble marquée en tirets sur la figure.

L'influence de la limitation inférieure des fréquences sur la netteté est relativement faible ; on en a tenu compte en traçant la courbe de netteté de la figure 7. La figure 10 montre la courbe d'affaiblissement résiduel d'une longue liaison, en câble sur une distance de 1400 kilomètres (*). Par l'effet de l'antidistorsion, les oscillations comprises entre 300 et 2000 p.p.s. sont transmises pour ainsi dire sans la moindre distorsion.

6. La distorsion de phase. — Dans un système de transmission dénué d'affaiblissement, la tension finale est, d'après l'équation (3), donnée par la relation :

$$V_2 = V_0 \sin (\omega t - a). \quad (6)$$

Si l'on pose ici, suivant la condition (5),

$$a = t_0 \cdot \omega, \quad (7)$$

où t_0 représente une constante, on obtient :

$$V_2 = V_0 \sin \omega (t - t_0). \quad (8)$$

L'équation (8) provoque le récepteur s'identifie ainsi avec l'entrée et fait subir au temps un retard t_0 ; par conséquent, le temps t_0 , durée de propagation du signal, est mis à lieu indépendamment

de la fréquence de l'oscillation considérée, de sorte que, dans un tel système, les courants de conversation reçus dans le récepteur sont la fidèle reproduction des courants produits dans le transmetteur. Si, par exemple, sur la figure 11 A, les courants transmis III sont formés des oscillations composantes I et II, on a une combinaison identique de courants à l'extrémité réceptrice. Si cependant α est une fonction de la fréquence autre que celle qu'exprime l'égalité (7), les composantes distinctes ont des durées de propagation différentes. Elles atteignent par conséquent le récepteur en étant décalées l'une par rapport à l'autre, ainsi qu'on le voit sur la figure 11 B. Le cou-

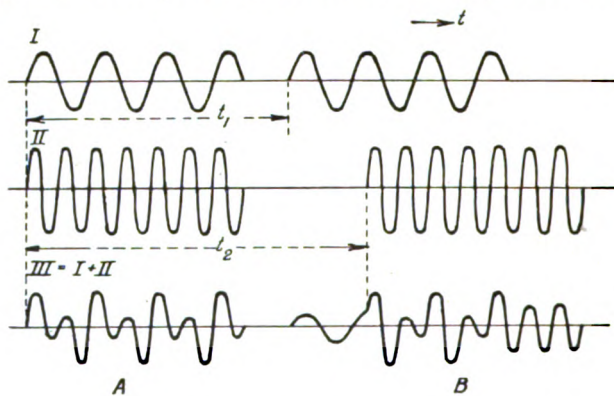


Fig. 11. — Distorsion de phase.

rant résultant se distingue du courant sortant du transmetteur par deux genres de modifications. D'abord le signal est prolongé : l'auditeur de l'extrémité réceptrice entend d'abord l'oscillation de basse fréquence, puis le son proprement dit, et enfin, en plus, le résidu de l'oscillation, de fréquence plus élevée. En outre, par suite du décalage de phase, il n'y a plus concordance entre les oscillations résultantes dans le transmetteur et le récepteur. Ce dernier défaut, dû à la distorsion de phase, s'est révélé dans la pratique comme n'exerçant pas d'action nuisible au point de vue de la compréhension des mots exprimés. L'oreille humaine ne peut distinguer des différences de phase de cette sorte. Par contre, la séparation et le prolongement des courants de conversation diminuent le degré de netteté.

On constate des distorsions de phase de cette nature sur les circuits pupinisés (?). La figure 12 montre l'angle de phase α en fonction de la fréquence, sur un circuit ayant une fréquence de coupure de 2700 p.p.s. et une longueur de 150 kilomètres. On voit que α croît à peu près proportionnellement avec la fréquence pour les

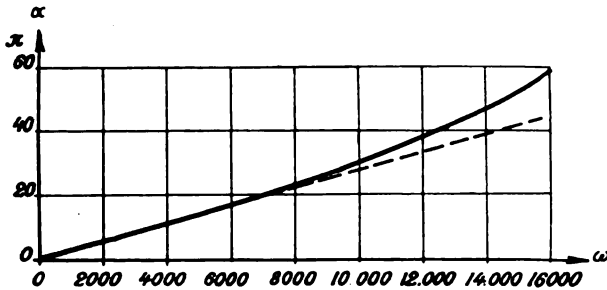


Fig. 12. — Angle de phase d'un circuit pupinisé.

basses fréquences seulement, tandis qu'il prend des valeurs plus rapidement croissantes pour les fréquences élevées. La conséquence de ce fait, c'est que les fréquences les plus élevées parviennent au

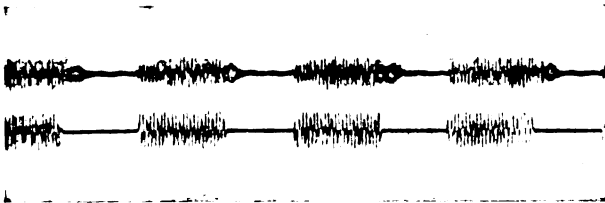


Fig. 13. — Distorsion due aux phénomènes transitoires.

récepteur avec un retard, ce qui cause cette sorte de distorsion qu'on a schématisée sur la figure 11.

La figure 13 montre, dans un oscillogramme, comment deux oscillations de 650 à 1600 p.p.s. (au bas de la figure) parviennent à l'extrémité d'un circuit pupinisé de 1000 kilomètres de longueur (en haut de la figure). On reconnaît tout d'abord l'enregistrement de l'oscillation de basse fréquence, ensuite l'oscillation résultante, et en dernier lieu la portion en retard du train d'oscillations de 1600 p.p.s.. Comme mesure caractéristique de l'intensité de la dis-

torsion de phase, on emploie la durée des phénomènes transitoires. Comme chaque série instantanée d'impulsions alternatives contient, d'après Fourier, des oscillations de différentes fréquences, sa décomposition dans le temps s'effectue dès l'application d'un simple courant alternatif.

La figure 14 montre le processus d'une tension alternative de 2000 p.p.s., à l'origine (bas de la figure) et à l'extrémité (haut de la figure) d'une liaison téléphonique de 1000 kilomètres. Les premières impulsions atteignent l'extrémité du circuit au bout de 61 millisecondes environ, leur formation dure environ 25 milli-

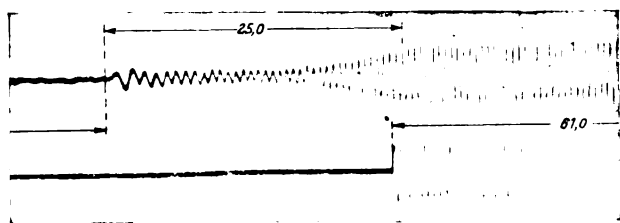


Fig. 14. — Phénomènes transitoires.

secondes. Si la durée des phénomènes transitoires précédant le régime normal des courants est supérieure à la durée du son vocal, qui est inférieure à 10 millisecondes, il en résulte une sensible diminution de la netteté ; les divers sons vocaux, par suite du retard subi par les fréquences élevées, sont alors accompagnés d'une sorte de gazouillement, et les mots semblent indécis et mal articulés.

Des études théoriques et expérimentales ont montré que, dans les circuits pupinisés, la distorsion de phase n'a pas d'effet nuisible si la condition suivante est remplie :

$$\frac{s \omega_0^3}{l} \geq c. \quad (9)$$

Dans cette formule, l représente la longueur du circuit ; s , l'espace-ment des bobines ; ω_0 , la fréquence de coupure ; et c , une constante empirique. La portée d'un type donné de circuit est, d'après cela :

$$l = \frac{s \omega_0^3}{c}. \quad (10)$$

Si la netteté de la communication ne doit pas être inférieure au nombre correspondant à la largeur de la bande de fréquences transmise, qui, dans l'exemple ci-dessus, était de 60 %, on doit, selon l'expérience, donner à c une valeur comprise entre 1.10^{10} et $2,3.10^{10}$;

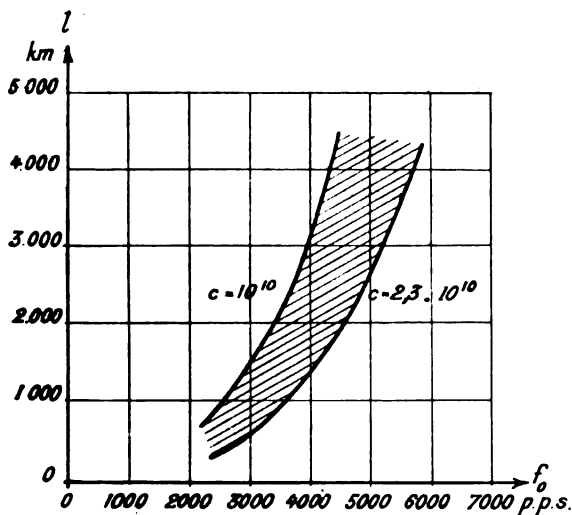


Fig. 15. — Portées.

on obtient alors, pour les diverses fréquences de coupure, les portées indiquées sur la figure 15.

On voit que la portée croît très rapidement avec la fréquence

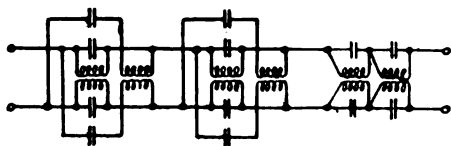


Fig. 16. — Réseau de filtres compensateurs.

de coupure. Dans la pratique, on ne peut évidemment modifier la fréquence de coupure suivant chaque cas envisagé. On s'en tient, par conséquent, à un petit nombre de types de circuits, deux, par exemple, avec des fréquences de coupure de 2700 p.p.s. et 5400 p.p.s.. Dans une liaison, établie à titre d'essai dans le réseau allemand de câbles à grande distance et qui avait une longueur de 3600 kilo-

mètres et une fréquence de coupure de 5400 p.p.s., on a constaté une netteté de 64 %.

Un deuxième moyen de neutraliser les effets de la distorsion de phase, c'est la *compensation de phase* (*). Il consiste, tout comme la compensation de l'affaiblissement, dans l'emploi, avec les amplificateurs, de dispositifs supplémentaires destinés à corriger l'angle de phase α de manière qu'il varie avec la fréquence de la façon qu'on désire. La figure 16 montre un exemple d'un réseau de ce genre; il se compose de filtres d'un type spécial, dont l'affaiblissement est très faible. Grâce à ce réseau, les oscillations composantes de basse

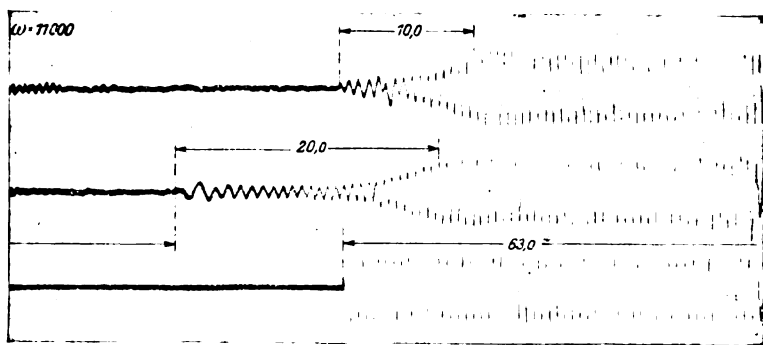


Fig. 17. — Effet de la compensation de phase.

fréquence sont retardées par rapport aux oscillations de fréquence plus élevée, d'où résulte une recombinaison des signaux. Le réseau représenté sur la figure 16 diminue la durée des phénomènes transitoires et réduit ainsi à peu près de moitié la longueur électrique du circuit, comme le montre clairement l'oscillogramme de la figure 17, qui représente l'établissement d'un signal d'une fréquence de 1750 p.p.s. à l'extrémité d'un circuit de 1000 kilomètres dans le cas où l'on a employé le dispositif de compensation de phase (oscillogramme du haut) et sans compensation de phase (oscillogramme du milieu). De concert avec le Service technique de l'administration allemande, le laboratoire central de la société Siemens se livre depuis longtemps à des études du procédé basé sur la compensation de phase; mais elles ne sont pas encore terminées. La compensation

de phase permettra d'employer un seul type de circuit pour toutes les distances, ce qui est très avantageux au point de vue technique et économique.

Nous allons parler maintenant d'une forme particulière des phénomènes perturbateurs, l'effet d'écho, qui, physiquement, appartient à la distorsion de phase.

7. L'effet d'écho. — A chaque point d'une liaison téléphonique présentant un défaut d'homogénéité, une partie des courants de conversation sont dérivés et prennent le chemin de retour vers la

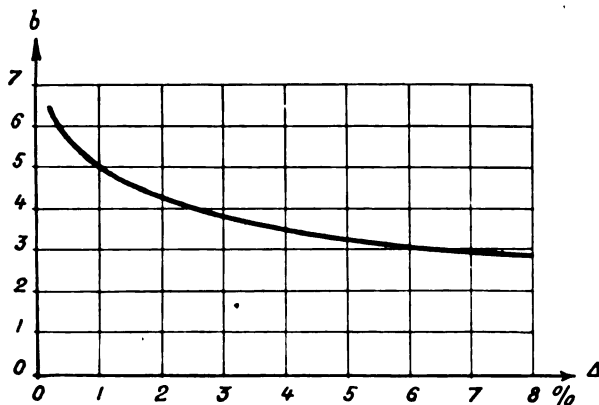


Fig. 18. — Irrégularité dans l'espace des bobines.

personne qui parle ; de nouveau réfléchis en d'autres points non homogènes, ils parviennent à l'auditeur, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'intensité sonore finisse par devenir imperceptible. Si la durée de leur propagation est suffisamment grande, ces courants de retour sont perçus comme des échos. Ils gênent la personne qui parle, à qui ils donnent l'impression que son correspondant désire placer une observation, tandis qu'en même temps ils diminuent chez l'auditeur la netteté de la communication. Comme mesure de l'intensité des courants réfléchis, on se sert de l'affaiblissement, en imaginant un circuit ordinaire sur lequel les courants de conversation parviendraient avec la même intensité sonore. L'affaiblissement de ce circuit imaginaire se nomme l'*affaiblissement d'écho*. Les courants d'écho peuvent être provoqués par les causes suivantes :

- a) Défauts d'homogénéité dans les circuits,
- b) Points de jonction de types de circuits différents,
- c) Points de réflexion aux extrémités des circuits,
- d) Inexactitudes d'impédances des lignes d'équilibre.

La première cause a une importance particulière dans les liaisons à deux fils. Un circuit pupinisé est électriquement homogène si les caractéristiques de chacun des éléments formés de la bobine

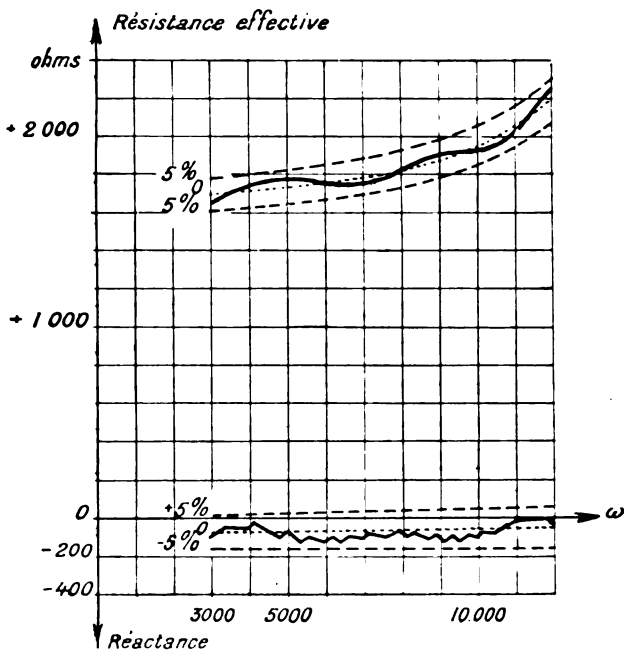


Fig. 19. — Impédance caractéristique.

de charge et de la section de circuit sont exactement équivalentes à celles des autres sections de pupinisation. Or cette condition n'est jamais absolument réalisée dans la pratique. Le changement que, pour des raisons locales, on est amené à apporter à l'emplacement des bobines, les différences dans les capacités des circuits et l'inductance des bobines, défauts inhérents à la fabrication, sont autant de causes des phénomènes de réflexion (*). Pour donner une idée de l'ordre de grandeur de ces phénomènes perturbateurs, on a tracé sur la figure 18 la courbe d'affaiblissement d'écho en fonction d'une

irrégularité Δ existant dans un espacement de bobines, et cela pour la fréquence de 1600 p.p.s., en supposant que le défaut se trouve au voisinage d'une station de relais. On voit que, si l'espacement entre deux bobines voisines diffère de 4 % de l'espacement normal, il se produit un écho dont l'intensité équivaut à celle qu'on obtient sur un circuit téléphonique ayant un affaiblissement $b = 3,5$. Les

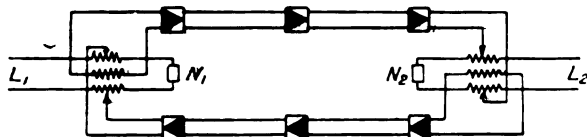


Fig. 20. — Liaison à 4 fils.

courants d'écho se font remarquer par une modification de l'impédance des circuits. Celle-ci fournit par suite un moyen commode pour mesurer la régularité de la structure du circuit. Une discontinuité de 4 % constatée dans l'espacement des bobines causerait

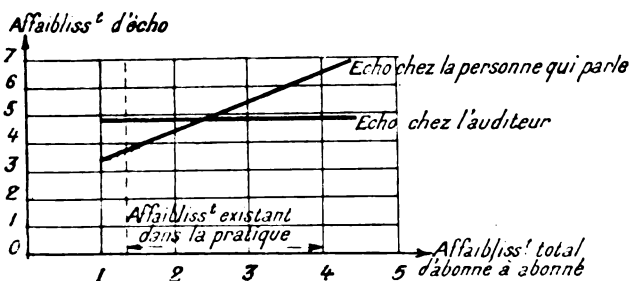


Fig. 21. — Echo.

dans l'impédance du circuit, à la fréquence 2000 p.p.s., un écart de 20 % de sa valeur théorique. Dans la pratique, il peut se produire des perturbations encore plus grandes par les effets combinés d'irrégularités diverses dans les différentes sections de pupinisation. Les câbles téléphoniques à grande distance doivent donc satisfaire à de très strictes conditions d'exactitude, tant au point de vue de leur fabrication qu'en ce qui concerne leur installation. A titre d'exemple de la symétrie qu'on peut atteindre aujourd'hui, la figure 19 montre l'allure moyenne de la courbe d'impédance des circuits d'un long

câble récemment établi. Elle ne diffère de la valeur théorique, représentée en petits traits, que par des écarts inférieurs à 3 %.

Dans les longs circuits, on évite généralement les jonctions entre types et circuits différents. Ce n'est que dans des conditions particulières, qu'on tolère de relier l'un avec l'autre des circuits de nature différente entre deux stations successives d'amplificateurs. Ces conditions ont trait à la concordance des impédances caractéristiques des deux sections de circuit et au genre d'exploitation : dans les liaisons à quatre fils, on peut tolérer de plus grandes discontinuités que dans les liaisons à deux fils. Les points de jonction agis-

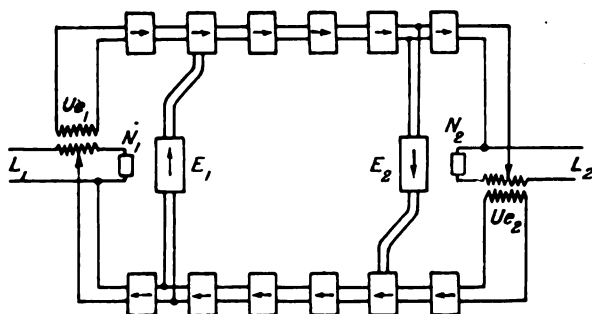


Fig. 22. — Principe de l'étouffeur d'écho.

sent électriquement, tout comme des appareils terminaux non appropriés. S'il y a, entre les impédances des circuits qui se suivent ou entre l'impédance du circuit et celle de l'appareil terminal, des différences relatives Δ , on obtient, pour l'affaiblissement d'écho, une courbe similaire à celle de la figure 18 ; on y doit augmenter toutes les valeurs de b du double de l'affaiblissement entre l'appareil téléphonique et le point de réflexion, et en outre de 0,3.

Le groupe *d*) des causes qui provoquent les échos offre une importance toute particulière, parce que tous les systèmes de transmission employés aujourd'hui travaillent avec des dispositifs d'équilibrage. Le principe bien connu de ces dispositifs est illustré par le schéma de la liaison à quatre fils reproduit sur la figure 20. Des différences entre les impédances des lignes d'équilibre N et des circuits L causent des courants réfléchis ⁽¹⁹⁾. L'affaiblissement d'écho dépend de ces différences et de l'affaiblissement de la liaison

tout entière. Sur la figure 21, on a tracé la courbe d'affaiblissement d'écho pour différentes valeurs de l'affaiblissement total, dans le cas où les différences entre N et L s'élèvent à 5 %. Ces chiffres ne donnent encore, cependant, qu'une image grossière des perturbations causées par les courants d'écho : ces perturbations deviennent encore

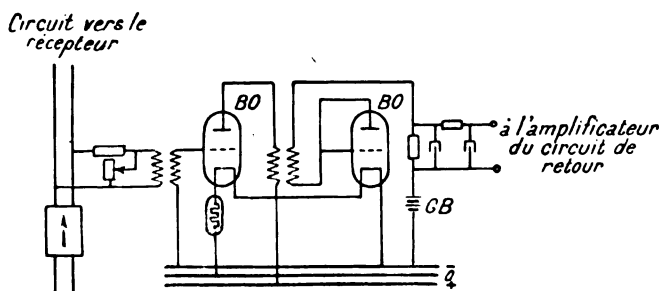


Fig. 23. — Etouffeur d'écho.

plus fortes quand on augmente la durée de propagation de l'écho.

La suppression de ces troubles présente donc une importance toute spéciale pour les communications à quatre fils, qui, justement,

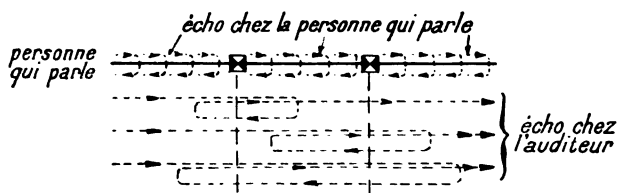


Fig. 24. — Echo dans une liaison à 2 fils.

sont utilisées sur les grandes distances. On a, dans ce but, imaginé des dispositifs appelés *étouffeurs d'écho* qui, automatiquement, bloquent le circuit de retour pendant qu'on parle dans une des directions, de sorte que les courants d'écho sont annihilés ⁽¹¹⁾. La figure 22 montre le principe de l'étouffeur d'écho. Une partie des courants de conversation est dérivée en deux points et bloque chaque fois le sens de conversation non utilisé. Le schéma de l'étouffeur d'écho est représenté sur la figure 23. Il consiste en un amplificateur V_1 et un redresseur V_2 . La tension continue qui se produit dans le redres-

seur sous l'effet de la parole modifie la tension de grille dans l'amplificateur du sens de conversation non utilisé et le rend inactif. Dans une liaison à quatre fils, on utilise obligatoirement deux étouffeurs de ce genre, chacun fonctionnant pour un sens de conversation différent.

Dans le cas d'une liaison à deux fils (fig. 24), les courants d'écho qui se produisent aux divers points présentant un défaut d'homogénéité se superposent, de sorte que les troubles qui en résultent peuvent être sensiblement plus importants, même pour des communications à une distance relativement faible ⁽¹²⁾. Pour ce genre de liaisons, on n'a encore, jusqu'à ce jour, trouvé aucun moyen pratique de supprimer les courants d'écho ; aussi, à qualité égale de transmission, la portée y est-elle plus réduite que sur les communications à quatre fils.

8. La distorsion non linéaire. — Ce genre de distorsion est caractérisée par ce fait que, pendant la transmission, il se produit des oscillations composantes nouvelles ayant des fréquences différentes de celles qui sont transmises dans le système. Cette distorsion se produit toujours quand la tension finale n'est pas proportionnelle à la tension initiale.

Dans les longs circuits en câble, la distorsion non linéaire résulte des propriétés des amplificateurs et des bobines à noyau de fer, ainsi que des transformateurs et bobines Pupin ⁽¹³⁾. Les phénomènes qui peuvent se produire dans certains cas de distorsion non linéaire sont de natures variées ; ils dépendent essentiellement du genre des écarts dans la proportionnalité entre tension finale et tension initiale. Les lampes amplificatrices ont, par exemple, une caractéristique essentiellement quadratique, c'est-à-dire qu'il existe, entre la tension initiale et la tension finale, une relation de la forme

$$V_2 = m_1 V_1 + m_2 V_1^2, \quad (11)$$

où m_1 et m_2 sont des constantes. Si l'on applique à une extrémité d'un tel système une oscillation sinusoïdale simple, il se produit à l'autre extrémité, en plus de cette oscillation fondamentale, l'harmonique 2. Si plusieurs oscillations agissent simultanément

à l'extrémité, il se produira des sons de combinaison en grand nombre. La figure 25 montre, par exemple, de quelle façon est modifiée la voyelle « i » en traversant un amplificateur.

La relation existant dans le circuit même entre la tension finale et la tension initiale ne saurait être exprimée sous une forme aussi simple que l'équation (11). Les caractéristiques non linéaires dépendent ici du cycle d'hystérésis du fer employé à la confection des bobines Pupin. Les oscillations fondamentales donnent par suite naissance à des sons superposés très complexes. Mais, heureusement,

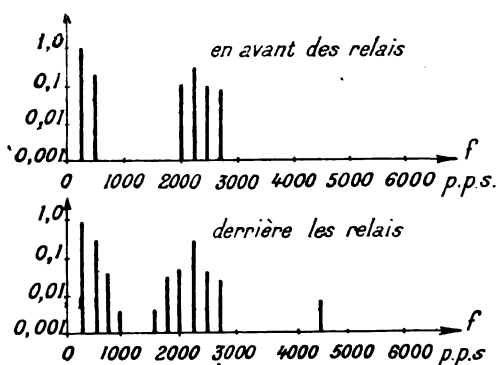


Fig. 25. — Oscillations composantes de la voyelle « i ».

la distorsion non linéaire n'a qu'une influence relativement faible sur la netteté, qui ne diminue que d'un faible pourcentage, même quand les amplitudes des sons de combinaison sont de l'ordre de grandeur des amplitudes des courants de conversation proprement dits. On est parvenu, grâce aux soins apportés dans la fabrication des amplificateurs et dans le choix des matières entrant dans la composition des bobines de charge, à abaisser la distorsion non linéaire, dans les longs circuits, au dessous de la valeur qu'elle atteint dans les appareils transmetteurs et récepteurs seuls.

III. LES TROUBLES.

9. La diaphonie. — La suppression de la diaphonie entre les circuits qui, dans les longs câbles, sont rassemblés sous un volume réduit, exige des soins tout particuliers ⁽¹⁴⁾. Les causes les plus

importants de la diaphonie sur les circuits pupinisés sont les suivantes :

- a) Déséquilibres d'inductance dans les bobines Pupin ;
- b) Déséquilibres de capacité dans les câbles ;
- c) Déséquilibres de résistance dans les câbles et les bobines.

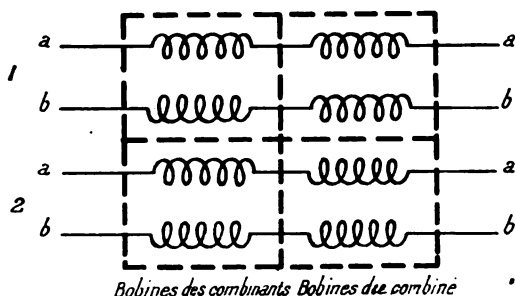


Fig. 26. — Dispositif de bobines.

L'intensité de la diaphonie est proportionnelle aux déséquilibres, que l'on peut représenter mathématiquement comme des différences

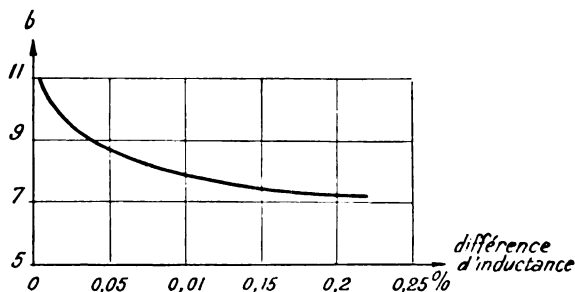


Fig. 27. — Affaiblissement de la diaphonie.

de valeurs définies de capacité, d'inductance et de résistance. Elle se mesure également en affaiblissements.

Les conducteurs du câble allemand sont câblés en quarts, constituées par quatre conducteurs qui forment trois circuits : les circuits combinants 1 et 2, et le circuit combiné. Un système de bobines tel que celui que représente la figure 26 serait dénué de diaphonie si les quatre enroulements 1a, 1b, 2a, 2b étaient électriquement absolument équivalents entre eux. En réalité, les enrou-

lement différent légèrement. Les différences qui importent le plus, au point de vue de la diaphonie, sont celles que présentent les inductances respectives des enroulement a et b. Si les enroulements la et lb

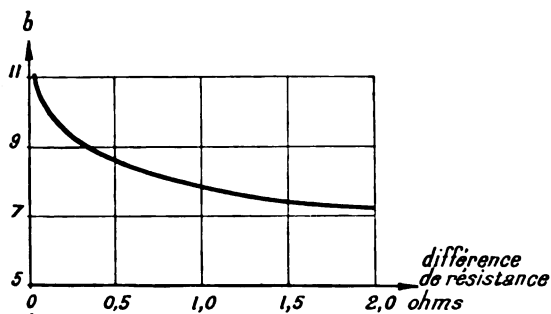


Fig. 28. — Affaiblissement de la diaphonie.

ont des inductances différentes, il se produit de la diaphonie entre le combinant 1 et le combiné ; il en est de même pour le circuit 2.

La figure 27 nous éclaire sur l'intensité de la diaphonie en fonc-

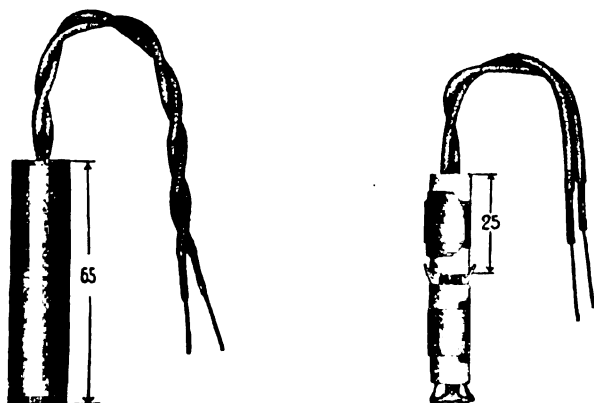


Fig. 29. — Condensateurs de compensation.

tion du pourcentage des différences d'inductance. Elle montre que les différences d'inductance ne doivent pas être supérieures à 0,02 % si l'affaiblissement de diaphonie doit avoir pour valeur $b=9,5$.

Si l'on veut éviter la diaphonie, il est donc nécessaire de réaliser, dans le matériel de ligne, la plus grande précision possible.

Les différences de résistance entre les enroulements a et b agissent d'une manière analogue aux différences d'inductance. La figure 28 montre que les exigences relatives à la symétrie ne sont pas ici aussi grandes, cependant, que dans le cas des inductances. Les procédés de fabrication des bobines Pupin ont été, au cours de ces dernières années, si perfectionnés, que les affaiblissements de diaphonie des bobines montées en boîtes toutes prêtes sont généralement ⁽¹⁸⁾ supérieurs à $b = 10$. En améliorant la qualité de la fabrication, on est parvenu à diminuer aussi dans une large mesure les déséquilibres de capacité entre les conducteurs : ils sont aujourd'hui de l'ordre de grandeur de 1 % des valeurs de capacité. Ils participeraient encore, cependant, à créer de la diaphonie dans une

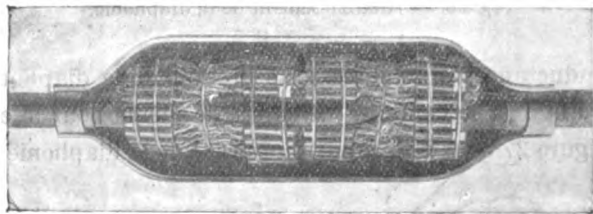


Fig. 30. — Manchon à condensateurs.

proportion sensiblement plus forte que les déséquilibres dus aux bobines. Aussi, pour les équilibrer, emploie-t-on encore d'autres moyens, à l'occasion de la pose des câbles. En Allemagne, on utilise le procédé d'équilibrage par condensateurs, mis au point par Siemens et Halske. On sait qu'il consiste à supprimer les différences de capacité dans les sections entre deux bobines successives à l'aide de petits condensateurs additionnels. La figure 29 montre la forme qu'on donne actuellement à ces condensateurs additionnels, dont les valeurs de capacité sont graduées de 10 en $10^{\mu\text{F}}$ et peuvent atteindre environ $500^{\mu\text{F}}$. On voit, sur la figure 30, la façon dont les condensateurs sont montés à l'intérieur des manchons.

Grâce à ce procédé et aux câbles et bobines modernes, on obtient des valeurs d'affaiblissement qui sont comprises, en moyenne, pour la diaphonie entre combinants et combiné des quarts distinctes, entre $b = 9,0$ et $b = 9,5$, et, pour la diaphonie entre circuits appar-

tenant à des quartes directement voisines dans le même câble, entre $b = 10$ et $b = 10,5$.

Il est important d'obtenir, pour l'affaiblissement de diaphonie, des valeurs aussi élevées, car, à cause de l'emploi des amplificateurs, la diaphonie est plus forte dans les longues liaisons que dans les sections uniques et, en outre, il ne faut pas oublier que les dimensions des conducteurs sont essentiellement déterminées par l'intensité de la diaphonie.

Le prix de revient d'une liaison à grande distance est en raison directe du degré atteint dans la diminution de la diaphonie. Nous allons expliquer à l'aide d'un exemple cette intéressante et importante relation.

Considérons la figure 31, et soient deux points A et B à relier

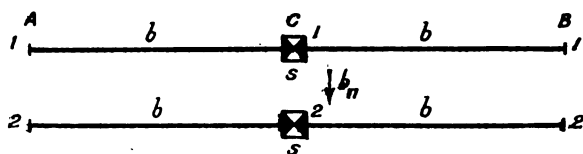


Fig. 31. — Liaison à 2 fils.

entre eux à travers un amplificateur placé en C. Désignons par b l'affaiblissement des circuits, par s le gain de l'amplificateur intermédiaire ; soit b_n l'affaiblissement de diaphonie existant entre les deux circuits voisins $C_1 B_1$ et $C_2 B_2$. Quand on parlera en 2, il se produira en A_2 une certaine diaphonie, qui suit la voie $A_1 C_1 C_2 A_2$ et correspond à l'affaiblissement :

$$b'_n = b - s + b_n - s + b = b_n - 2s + 2b. \quad (12)$$

D'autre part, l'affaiblissement résiduel entre les abonnés A et B est :

$$b_r = 2b - s. \quad (13)$$

Si, de cette dernière équation, on tire la valeur de s et qu'on la porte dans l'équation (12), on a :

$$b'_n = b_n - 2(b - b_r). \quad (14)$$

Dans la pratique, b'_n et b_r sont considérés comme donnés ; par exemple, $b'_n = 8,0$, $b_r = 1,0$. On aura alors :

$$b = b_r + \frac{1}{2} b_n - \frac{1}{2} b'_n, \quad (15)$$

soit, dans notre exemple :

$$b = \frac{1}{2} b_n - 3,0. \quad (16)$$

Plus b_n est grand, plus grande sera par conséquent la valeur qu'on pourra donner à l'affaiblissement b des circuits. Mais, avec un affaiblissement croissant des circuits, le prix de la ligne décroît.

Dans l'exemple ci-dessus, si l'on parvient à obtenir dans les câbles un affaiblissement de diaphonie $b_n = 9,0$, nous trouvons, selon l'équation (16), que $b = 1,5$, tandis que, pour $b_n = 8,0$, on aura : $b = 1,0$. En élevant de 8,0 à 9,0 la valeur de l'affaiblissement de diaphonie, on pourrait admettre ici une augmentation d'affaiblissement de 50 %, laquelle correspond, pour des câbles à nombreuses paires, à une réduction d'environ 15 à 20 % du coût de l'installation.

Cette relation entre l'affaiblissement de diaphonie et le coût de l'installation, qu'on vient de déduire d'un exemple particulier, est absolument générale, bien qu'on ne puisse pas toujours représenter les conditions sous une forme aussi simple que l'équation (15). Au point de vue des abonnés, l'affaiblissement minimum de diaphonie exigible est déterminé par cette condition, qu'on ne doit pas pouvoir comprendre les conversations échangées sur des circuits voisins. On ne peut se baser ici sur la courbe de la figure 2, parce qu'elle a été tracée dans le cas d'un circuit non soumis à des distortions ni à des troubles. On a trouvé dans la pratique que, pour un câble à grande distance, quand on écoute sur un circuit, on ne peut rien comprendre aux conversations échangées sur des circuits voisins si l'affaiblissement de diaphonie entre les circuits est supérieur à $b = 7,5$.

10. Les troubles d'origine extérieure. — Les troubles d'origine extérieure constatés sur les longs circuits en câbles sont imputables aux causes suivantes :

- a) Induction mutuelle entre circuits téléphoniques et télégraphiques,
- b) Induction causée par des installations voisines à courant fort,
- c) Bruits provenant des générateurs de courant, particulièrement des installations dans les bureaux,
- d) Bruits dans les salles et actionnant le microphone.

Les troubles de la première catégorie sont pratiquement négligeables dans les câbles récemment posés qui sont munis de

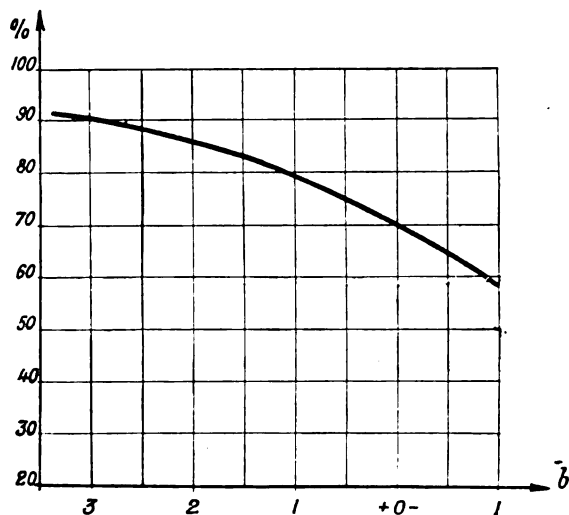


Fig. 32. — Troubles dus aux bruits.

condensateurs d'équilibrage, car, ici, grâce au procédé de câblage, les divers circuits ne sont directement voisins qu'avec relativement peu de conducteurs (¹⁶).

Par contre, les troubles d'induction provenant d'installations voisines à courant fort sont d'une certaine importance (¹⁷). Les champs magnétiques engendrés par les courants circulant dans ces canalisations induisent, dans les conducteurs en câble, des forces électromotrices. Si les conducteurs des câbles sont symétriques par rapport à la terre, en ce qui concerne leurs constantes électriques, toutes les tensions sont exactement égales, et il n'existe ainsi, dans les circuits, aucune différence de tension. S'il existe des dyssy-

métres, il se produit des troubles comme dans le cas de la diaphonie. L'intensité de ces troubles résulte donc des dyssymétries existant dans les circuits et de l'intensité des harmoniques audibles induites par le courant fort. La dyssymétrie dans les circuits qui intervient ici, et qui est de nature assez complexe, se nomme *dyssymétrie de bruits* ⁽¹⁸⁾. Elle est définie par le rapport de la tension appliquée au circuit de conversation aux tensions entre conducteurs et terre. Les circuits des longs câbles modernes ont des dyssymétries de bruits maxima d'environ 1 %. L'intensité des bruits est déterminée par comparaison avec celle d'un son de 800 p.p.s.. La tension de cette fréquence qui produit un son d'égale intensité est désignée sous le nom de *tension de bruit*. D'après les recherches de Knudsen ⁽¹⁹⁾, on a sensiblement la relation indiquée par la figure 32 entre la netteté et le rapport de la tension des courants de conversation à la tension de bruit, rapport qui est exprimé ici en affaiblissements.

Quant aux troubles des deux dernières catégories, ceux qui sont causés par des bruits, on peut les réduire facilement à un degré admissible par une installation appropriée des bureaux et des stations de relais. Les tensions de bruits dans les câbles à grande distance sont généralement inférieures à 1 millivolt, et l'on considère qu'elles peuvent atteindre 10 millivolts comme limite supérieure admissible.

Par la connaissance des perturbations décrites en détail ci-dessus, de leurs causes et de leur influence sur les caractéristiques de transmission des liaisons téléphoniques, et par l'emploi des remèdes destinés à neutraliser leurs effets, la technique se trouve aujourd'hui en mesure de relier par téléphone deux points séparés par une distance quelconque. Il n'existe plus aucune difficulté technique empêchant de doter un territoire de l'étendue de l'Europe d'un réseau téléphonique tel qu'on y puisse échanger, entre deux lieux quelconques, des conversations possédant toutes également de bonnes qualités de transmission. Le développement du réseau de câbles à grande distance dans les divers pays européens tend vers ce but, dont un avenir très prochain nous apportera la réalisation.

IV. LISTE DE RÉFÉRENCES.

1. Principes de la technique des câbles pupinisés et des amplificateurs, voy.
 A. EBELING, *E.T.Z.*, 1921, p. 875 ;
 K. W. WAGNER, *E.T.Z.*, 1924, p. 2 ;
 F. LÜSCHEN, *E.T.Z.*, 1924, p. 793 ; *E.u.M.*, 1925, p. 209 ;
 C. ROBINSON et M. CHAMNEY, *Electrician*, 1924, p. 665 ;
 B. POHLMANN, *Telegr. und Fernspr. Techn.*, 1923, n° 5 ; *Electr. Nachr. Techn.*, 1926, p. 88 ;
 K. DOHMEN, *Z.f. tech. Physik*, 1921, p. 291 ; *E.T.Z.*, 1924, p. 89 ;
 K. HÖPFNER, *E.T.Z.*, 1924, p. 110 ;
 K. HÖPFNER et B. POHLMANN, *E.T.Z.*, 1924, p. 135 ;
 K. HÖPFNER et F. LÜSCHEN, *Das Fernkabel*, n° 9, p. 33 ;
 B. POHLMANN et J. GRUSCHKE, *E.T.Z.*, 1924, p. 334 ;
 B. POHLMANN et W. DEUTSCHMANN, *Electr. Nachr. Techn.*, 1926, p. 8 ;
 A. ENGELHARDT, *Fernkabel-Telephonie*, Berlin, 1927.
2. H. F. MAYER, *E.N.T.*, 1927, n° 4.
3. F. BREISIG, *Das Fernkabel*, n° 1, p. 11.
4. K.-W. WAGNER, *E.T.Z.*, 1924, p. 451 ;
 R. L. JONES, *Electrical communication*, 1923, p. 36.
5. F. LÜSCHEN et KÜPFMÜLLER, *Europæischer Fernsprechdienst*, n° 4, p. 10.
6. A. B. CLARK, *Journ. A.I.E.E.*, 1923, p. 1 ;
 K. KÜPFMÜLLER, *Telegr.u.Fernspr. Techn.*, 1923, p. 53.
7. K. KÜPFMÜLLER, *Elektr. Nachr. Techn.*, 1926, p. 82 ;
 K. KÜPFMÜLLER et H.-F. MAYER, *Wiss. Veröff a. d. Siemens-Konz.*, 1926, p. 51.
8. K.-W. WAGNER et K. KÜPFMÜLLER, *Arch. f. Elektr.*, 1921, p. 461 ;
 G. CRISSON, *Electrical communication*, 1925, p. 109.
9. LÜSCHEN et K. KÜPFMÜLLER, *Wiss. Veröff. a. d. Siemens-Konz.*, 1922, p. 401 ;
 R. FELDTKELLER et F. STRECKER, *E.N.T.*, 1927, p. 125 ; *Wiss. Veröff. a. d. Siemens-Konz.*, 1927, p. 193.

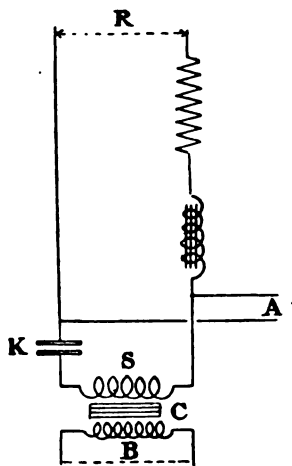
11. *Deutsche Patent-Anmeldung*, p. 65.985 (Siemens et Halske, 30 avril 1924) ;
A. B. CLARK et R. C. MATHES, *Journal A.I.E.E.*, 1925, p. 618 ;
K. KÜPFMÜLLER, *Elektr. Nachr. Techn.*, loc. cit. ;
H.-F. MAYER et H. NOTTEBROCK, *Siemens Zeitschrift*, 1926, n° 9 ;
H.-F. MAYER, *E.T.Z.*, 1926, p. 1379.
 12. A. B. CLARK, *Journ. A.I.E.E.*, loc. cit. ;
R. FELDTKELLER, *Telegr. u. Fernspr. Techn.*, 1925, p. 275 ; 1926, p. 97.
 13. K. KÜPFMÜLLER, *Fachberichte des V. D.E.*, 1927.
 14. K. KÜPFMÜLLER, *Wiss. Veröff. a. d. Siemens Konzern*, 1922, p. 18 ; *Arch. f. Elektrot.*, 1923, p. 160 ; *E.T.Z.*, 1923.
A. ENGELHARDT, *Das Fernkabel*, n° 4, p. 33 ;
K. DOHMEN et K. KÜPFMÜLLER, *E.T.Z.*, 1924, p. 266 ;
K. DOHMEN et DEIBEL, *Das Fernkabel*, n° 9, p. 39.
 15. F. HÖRNIG, *Siemens Zeitschrift*, 1924, p. 274.
 16. K. DOHMEN et DEIBEL, loc. cit..
 17. P. JÆGER, *Elektr. Nachr. Techn.*, 1926, p. 208.
H. KLEWE, *Elektr. Nachr. Techn.*, 1926, p. 220 ;
F. LÜSCHEN, *Das Fernkabel*, n° 6, p. 24 ;
A. ZASTROW et G. KRAUSE, *Wiss. Veröff. a. d. Siemens Konzern* ;
A. ZASTROW, *E.T.Z.*, 1925, p. 1367 ;
A. ZASTROW et R. BENDA, *E.T.Z.*, 1925, p. 1478.
 18. K. KÜPFMÜLLER, *Wiss. Veröff. a. d. Siemens Konzern*, 1924, p. 153 ;
W. DROSTE, *Arch. f. Elektrot.*, 1925, p. 319.
 19. V.-O. KNUDSEN, *Phys. Rev.* 1925, p. 133.
-

REVUE DES PÉRIODIQUES.

La transmission des sons par modulation d'ondes lumineuses (*Génie civil*, 5 novembre 1927). — Les radiations lumineuses peuvent intervenir dans la transmission et la réception des ondes sonores. Quand on met en vibration, sous l'action de la voix par exemple, un miroir léger changeant les conditions d'éclairement d'une pastille de sélénium ou d'une cellule photo-électrique, le circuit établi entre les électrodes de cette cellule, s'il renferme une source à tension constante, devient le siège d'un courant ayant tous les caractères d'un courant microphonique, et pouvant servir comme lui à la modulation d'une onde porteuse qui reproduira la voix émise en face du diaphragme porte-miroir.

Le phénomène ainsi utilisé ne comporte pas, cependant, celui de la modulation d'une onde sonore sur une onde lumineuse, et l'on pourrait douter de son efficacité comme moyen de transmission des sons. Dans le but de mettre le système à l'épreuve, M. Donald C. Stockbarger a fait récemment, au Massachusetts Institute of Technology, de Cambridge (E.-U.), des essais dont il a rendu compte dans un article publié par la *General Electric Review* de mai.

Divers expérimentateurs avaient déjà constaté la rapidité avec laquelle un courant électrique variant à fréquence audible modifiait les radiations d'une source telle qu'un arc à vapeur de mercure alimenté par un courant continu d'intensité bien constante. Reprenant les essais dans les conditions représentées par la figure ci-jointe, M. Stockbarger alimentait en A, par un réseau électrique à courant



continu à 230 volts, un tube de quartz à vapeur de mercure. Pour imprimer sur l'arc A les courants de fréquence audible qui devaient assurer la modulation, il les envoyait dans le primaire B d'un transformateur à noyau de fer, et, pour éviter le passage du courant de l'arc dans la secondaire S de ce transformateur, il en coupait le circuit par un condensateur K de grande capacité, convenant parfaitement pour laisser passer les courants de fréquence audible émanant de BS.

Au cours d'une conférence faite à Cambridge, on transmet des programmes entiers de radiophonie, aussi bien à l'aide des radiations lumineuses normales de la lampe qu'à l'aide de ses radiations ultraviolettes, séparées par filtration des autres radiations émises. Aucune distorsion ne résultait de ce mode de transmission, et son seul inconvénient résidait dans la nécessité de concentrer laborieusement les radiations à l'aide de lentilles ou de miroirs. La réception des sons était faite à l'aide d'une cellule photo-électrique, et les résultats permettaient de constater que le mode de transmission employé n'introduisait pas de retard appréciable dans les variations sonores originales et les variations électriques par lesquelles elles se traduisaient à la suite de la modulation pratiquée sur la lampe à vapeur de mercure. Les résultats n'étaient pas davantage compromis par le fait que la cellule photo-électrique utilisée à la réception offre, ainsi qu'on le sait, une sensibilité inégale aux différentes radiations simples, et par conséquent ne traduit pas avec une égale intensité de réception les différentes fréquences comprises dans la bande des fréquences émises et reçues.

Il serait sans doute intéressant, maintenant qu'on dispose de moyens d'investigation rapides et sensibles, d'analyser expérimentalement, par exemple au moyen d'un oscillographe tel que l'oscillographe Dufour (1), toutes les manifestations pouvant se produire au cours d'essais comme ceux qu'a entrepris le docteur Stockbarger, et l'influence sur ces manifestations des propriétés des différents arcs utilisables, de leurs conditions d'alimentation, des limites de

1. Cet appareil a été décrit dans le *Génie civil* du 11 décembre 1926 (p. 534).

fréquence au delà desquelles leur inertie pourrait faire obstacle à la reproduction fidèle des sons, etc... Sans paraître devoir offrir des applications pratiques dans l'état actuel de la technique, les essais de Cambridge présentent du moins l'intérêt de constituer un rappel assez curieux des nombreux photophones qui ont vu le jour, il y a quelques années. Ces essais sont d'autant plus intéressants que, au lieu de faire appel à des moyens autonomes pour effectuer ses émissions, le docteur Stockbarger les a obtenues en réalisant simplement une extension des grandes émissions radiophoniques dont il disposait. Son ingénieux appareil était, en réalité, un photophone réalisé dans les limites d'un laboratoire pour capter les programmes de radio-phonie mis à la portée des amateurs et pour les retransmettre sous forme originale, c'est-à-dire en utilisant comme émetteur une lampe en quartz à vapeur de mercure et, comme détecteur définitif, une cellule photo-électrique.

INFORMATIONS.

Mise en service du bureau tandem automatique « Holborn » à Londres. — Le premier bureau central du réseau de Londres comportant un équipement automatique a été mis en service en août 1927. Il ne s'agissait pas encore d'un bureau desservant des abonnés bénéficiant du service automatique, mais du bureau tandem mécanique de Holborn, dont la fonction est d'assurer l'intercommunication entre bureaux manuels éloignés et de servir d'intermédiaire pour l'établissement des communications demandées par les bureaux manuels à destination des futurs bureaux automatiques. Le « mechanical tandem » constitue le nœud du réseau téléphonique du « Greater London », qui comprend actuellement soixante-quinze bureaux centraux téléphoniques manuels répartis dans la ville et sa banlieue. Sa mise en service constituait la première étape obligatoire de la transformation du réseau de Londres.

Le mode d'exploitation est le suivant :

1° Pour l'établissement des communications entre bureaux manuels éloignés et dont le trafic ne justifie pas l'établissement de lignes directes, la demande est présentée par l'opératrice du bureau de départ sur lignes d'ordres à une téléphoniste tandem du bureau de Holborn. Cette téléphoniste est munie d'un clavier, sur lequel elle compose le numéro précédé de l'indicatif constitué par les trois premières lettres du nom du bureau destinataire. La communication est alors aiguillée par sélection automatique vers le bureau destinataire, où le numéro demandé se traduit en chiffres lumineux sur un indicateur d'appel dont est pourvu le groupe B manuel qui doit établir la communication. On évite ainsi les retransmissions successives de demandes par lignes d'ordres entre téléphonistes, qui nécessitaient les communications entre bureaux éloignés à travers plusieurs tandems manuels, ce qui augmentait les risques d'erreurs ou de fausses manœuvres.

2° Les *communications émanant des bureaux manuels à destination des abonnés desservis par les nouveaux bureaux automatiques* seront acheminées par la même méthode, avec cette différence que le clavier de l'opératrice tandem commandera directement les organes sélecteurs et connecteurs du bureau central automatique destinataire.

3° Les *relations entre bureaux automatiques non pourvus de lignes directes* pourront être établies par l'intermédiaire d'une sélection tandem assurée par des organes automatiques placés dans le bureau tandem mécanique « Holborn ».

On sait que le matériel automatique adopté pour le réseau de Londres est du système Strowger, avec adjonction d'un dispositif enregistreur permettant la traduction des impulsions correspondant à l'indicatif du bureau central, et dénommé « système directeur ».

Mise en service du bureau automatique « Holborn » à Londres. — Ce bureau, équipé pour 9.400 abonnés, est installé dans le même immeuble que le bureau tandem automatique Holborn. Il est, comme on sait, du système Strowger avec « directeur », c'est-à-dire enregistreur spécial permettant la traduction de l'indicatif du bureau central constitué par l'envoi des trois premières lettres. Il a été mis en service en novembre 1927. C'est donc à partir de cette date que les premiers abonnés de Londres ont pu commencer à bénéficier d'un service téléphonique entièrement automatique.

BIBLIOGRAPHIE.

Cordes et membranes, par H. BOUASSE, Paris, Delagrave, 1926. 1 vol. in-8° de xxiv + 506 pages.

L'auteur commence par rappeler comment on obtient et comment on fabrique les cordes utilisées dans les expériences et pour le montage des instruments, et quelles sont leurs propriétés mécaniques et élastiques.

Il expose alors la théorie de la vibration des fils, de l'entretien des mouvements vibratoires, de l'entretien du mouvement des cordes sous l'archet. Il n'est aucune des indications de la théorie qui ne soit comparée avec le résultat d'expériences classiques ou de manipulations aisément réalisables. Cela permet de préciser l'importance effective de tous les phénomènes connexes, négligés dans la théorie élémentaire.

Les considérations précédemment développées sont appliquées à la théorie des instruments de musique, instruments à archet, à cordes pincées, à cordes frappées.

Vient ensuite la théorie des membranes, avec application à l'étude des instruments de percussion à peau tendue.

L.-J. C.

Le gérant :

HENRI DÉVÉ.

RECHERCHE

des éléments caractéristiques d'une liaison télégraphique d'après la courbe de courant,

par Marcel BAYARD,
ingénieur des Postes et Télégraphes.

PRÉAMBULE.

Dans le cas général, avec un relais de sensibilité convenable, la vitesse de transfert ⁽¹⁾, d'une liaison télégraphique est limitée par ce qu'il est convenu d'appeler la *distorsion*. Cette distorsion ou déformation des signaux résulte du fait général suivant : Quand on applique brusquement une force électromotrice donnée V à l'extrémité émettrice d'une liaison télégraphique *électriquement neutre*, le courant dans le relais récepteur n'atteint pas brusquement l'intensité I donnée par les lois de Kirchhoff, mais y parvient progressivement au bout d'un temps plus ou moins long. On peut appeler *courbe de courant réduite* d'une liaison télégraphique, la courbe obtenue en portant en abscisse les temps t et en ordonnée la quantité $\frac{i}{I}$ rapport de l'intensité du courant à l'instant t à l'intensité finale.

La courbe de courant réduite d'une liaison télégraphique est connue soit par l'oscillographe, soit par le calcul. Ces courbes étant

1. La vitesse de transfert d'une liaison télégraphique s'exprime, d'après l'avis du C.C.I.C.T. (Berlin, novembre 1926), par le nombre d'émissions élémentaires qui peuvent être transmises et reçues correctement pendant une seconde ; la vitesse de transfert d'une émission par seconde a été appelée le *baud*, pour honorer la mémoire de Baudot. Exemple : la vitesse de transfert d'une liaison télégraphique qui peut être exploitée par un quadruple à 24 contacts à 180 tours est égale à :

$$\frac{180}{60} \times 24 = 72 \text{ bauds.}$$

très diverses, il est très difficile de comparer deux liaisons télégraphiques autrement que par le résultat final, qui est la vitesse de transfert. Il serait souhaitable de pouvoir déterminer les effets de la distorsion sans considérer la totalité des éléments de la courbe de courant, mais seulement un nombre limité de ces éléments. La vitesse de transfert pourrait alors être exprimée en fonction d'un nombre fini de paramètres, caractéristiques de la liaison télégraphique considérée.

Le but de cette étude est de rechercher quels sont les éléments de la courbe de courant réduite qui suffisent à déterminer la distorsion. Il est évident qu'en raison de l'infinie variété des courbes de courant cette détermination de la distorsion par un nombre limité d'éléments ne pourra être qu'approximative ; cependant on peut espérer qu'il sera possible d'obtenir une approximation satisfaisante dans les cas pratiques, ce qui pourra rendre des services pour l'étude des projets de liaison télégraphique.

LES EFFETS DE LA DISTORSION.

Généralités. — Il est nécessaire de rappeler d'abord des résultats bien connus.

Nous considérerons une liaison télégraphique exploitée avec relais polarisé et courant de repos. Dans une telle liaison, le potentiel à l'extrémité émettrice est tantôt $-V$ tantôt $+V$; le passage de l'une à l'autre valeur est instantané. Nous appellerons *alternance positive* le passage instantané de $-V$ à $+V$ et *alternance négative* celui de $+V$ à $-V$. Une alternance négative est nécessairement suivie d'une alternance positive et inversement. La phrase télégraphique est ainsi constituée par une succession d'alternances alternativement négatives et positives. Dans les appareils télégraphiques modernes, les intervalles de temps qui séparent les alternances successives sont égaux à une certaine durée τ ou à un multiple de τ et la vitesse de transfert est, en bauds, $\frac{1}{\tau}$.

Cela posé, si, à l'instant $t = 0$, a lieu une alternance positive qui n'est précédée ni suivie d'aucune autre alternance, le courant

à l'extrémité réceptrice passe de la valeur $-I$ à la valeur $+I$, suivant la loi :

$$i = -I + 2I f(t),$$

où la fonction $y = f(t)$ représente la courbe de courant réduite caractéristique de la liaison télégraphique considérée. Si l'alternance considérée est précédée et suivie par d'autres, la courbe du courant reçu est modifiée. Si l'on considère toutes les successions possibles d'alternances comprenant une alternance positive à l'instant $t = 0$ et correspondant à une certaine valeur de l'inter-

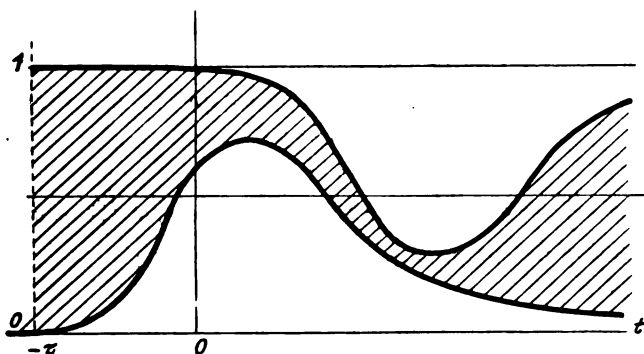


Fig. 1.

valle élémentaire τ , toutes les courbes du courant reçu seront comprises entre deux courbes extrêmes limitant une zone qui a été dénommée *zone d'empiètement* (fig. 1) par M. Collet (1).

Les deux courbes limites sont évidemment superposables par une translation de τ et une symétrie.

La distorsion se manifeste donc de deux manières, qui apparaissent au premier examen de la figure 1 :

1° La valeur maximum I n'est pas nécessairement atteinte ; le courant peut ne pas dépasser la valeur du maximum de la courbe qui limite inférieurement la zone d'empiètement ;

2° L'instant où le relais commence à fonctionner dépend des alternances qui précèdent, et peut varier de la largeur de la zone d'empiètement.

1. *Annales des P.T.T.* : janvier 1927.

Conditions limitant la vitesse de transfert. — A chacun des effets de la distorsion, correspondra une condition de réception.

1° *Condition de fidélité.* — Pour que la phrase télégraphique soit correctement reçue, il faut qu'à chaque alternance de potentiel à la station émettrice corresponde un mouvement de l'armature du relais, de l'une des butées à l'autre. Mais, pour que ce mouvement se produise, il faut que le courant reçu atteigne une certaine valeur i_m , intensité minima de fonctionnement du relais; le courant reçu est la somme du courant télégraphique i et du courant parasite. Les parasites (courants telluriques, influences, déséquilibre de pont duplex, etc...) sont au plus égaux en valeur absolue à une certaine limite j_m . La condition d'exacte reproduction des alternances, que l'on peut appeler *condition de fidélité*, s'exprime par l'inégalité :

$$i - j_m \geq i_m,$$

ou :

$$i \geq i_m + j_m.$$

Si l'on pose $\frac{i_m}{I} = \sigma$ (sensibilité relative du relais) et $\frac{j_m}{I} = \varpi$ (valeur limite relative des parasites), la condition s'écrit :

$$\frac{i}{I} \geq \sigma + \varpi.$$

Cette condition doit être satisfaite pour la plus petite valeur pos-

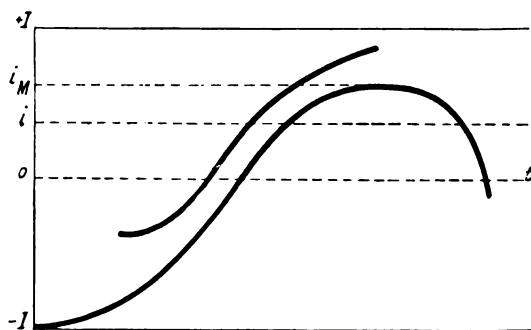


Fig. 2

sible de i , c'est-à-dire pour celle qui correspond au maximum de la limite inférieure de la zone d'empiètement. Soit i_M cette valeur (fig. 2). La condition de fidélité est donc :

$$\frac{i_M}{I} \geq \sigma + \varpi.$$

Si l'on considère la courbe semblable déduite de la « courbe de courant réduite » (fig. 3), et si l'on appelle s le maximum considéré, la condition s'exprime par :

$$s \geq \frac{1}{2} + \frac{\sigma + \varpi}{2}, \quad (1)$$

où σ et ϖ ne dépendent que des conditions de l'exploitation et s

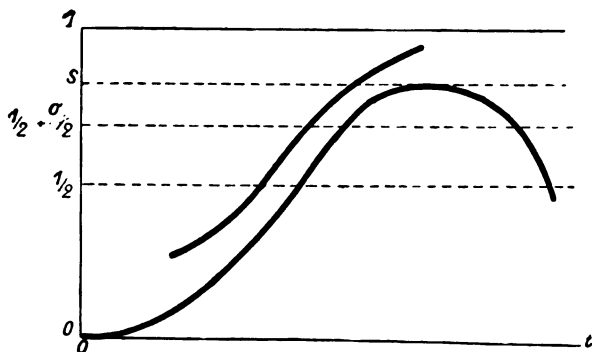


Fig. 3.

que des propriétés électriques du système de transmission et de l'intervalle élémentaire τ .

Cette condition donne, pour un système de transmission donné, une limite inférieure pour τ , c'est-à-dire une limite supérieure de la vitesse de transfert.

2^o Condition de synchronisation. — L'armature du relais est actionnée au moment où le courant $i + j$ (courant télégraphique + parasite) atteint la valeur i_m . A cause de la zone d'empiètement, les différents instants où l'armature du relais est actionnée ne sont pas séparés par des intervalles de temps rigoureusement multiples de τ , mais il peut y avoir un écart en plus ou en moins qui peut atteindre la grandeur de l'empiètement. Pour que le synchronisme des distributeurs puisse être maintenu, la valeur de l'empiètement doit être inférieure à une certaine limite $\lambda\tau$ (λ dépendant de l'appareil télégraphique et du dispositif de correction) ⁽¹⁾. L'empiète-

1. Cette condition a été indiquée par M. Salinger, dans une communication faite au Comité consultatif international télégraphique au congrès de Berlin (novembre 1926), dans laquelle il estime que, pour la plupart des appa-

ment total comprend une partie due aux courants parasites qui est inférieure ou égale à $\frac{2j_m}{k}$, où k est le coefficient angulaire de la courbe du courant reçu au point où fonctionne le relais. Si l'on appelle m le coefficient angulaire de la courbe de courant réduite au point correspondant, on a :

$$m = \frac{k}{2.I},$$

et l'empiètement dû aux parasites est $\frac{2j_m}{2Im} = \frac{\sigma}{m}$.

L'empiètement total comprend en outre une partie due à la distorsion ou, d'une façon plus précise, au courant résiduel des alternances antérieures ; cette partie est une fonction de τ qui est nulle pour τ suffisamment grand.

La condition de synchronisation s'écrit donc

$$\frac{\sigma}{m} + \delta \leq .I\tau, \quad (2)$$

où m et δ ne dépendent que de la courbe de courant réduite et de τ . Cette condition donnera une autre valeur supérieure de la vitesse de transfert.

Nous nous proposons de rechercher comment l'on peut exprimer les quantités s , m et δ , en fonction de τ et d'un nombre limité d'éléments de la « courbe de courant réduite ».

EXPRESSION DE s .

a) Cas d'une courbe de courant toujours croissante. —

Dans le cas d'une courbe de courant toujours croissante, les courbes limitant la zone d'empiètement se construisent en combinant deux courbes de courant décalées de τ et de sens contraire (1) (fig. 4).

reils, l'ordre de grandeur de $.I$ doit être de 30 %. Dans une communication présentée à Gênes (et dont nous donnons plus loin le résumé), M. Sainger a précisé cette idée et fait connaître qu'il poursuivait des essais en vue de déterminer expérimentalement ce coefficient $.I$.

1. Cf. études de M. Collet.

La courbe qui limite inférieurement la zone d'empiètement est donc

$$\varphi(t) = f(t) - f(t - \tau).$$

L'abscisse t' du maximum sera donné par l'équation :

$$0 = \frac{df}{dt}(t') - \frac{df}{dt}(t' - \tau),$$

c'est-à-dire que les coefficients angulaires aux points t' et $t' - \tau$ sont égaux. Considérons donc (fig. 5) deux points A_1 et A_2 de la

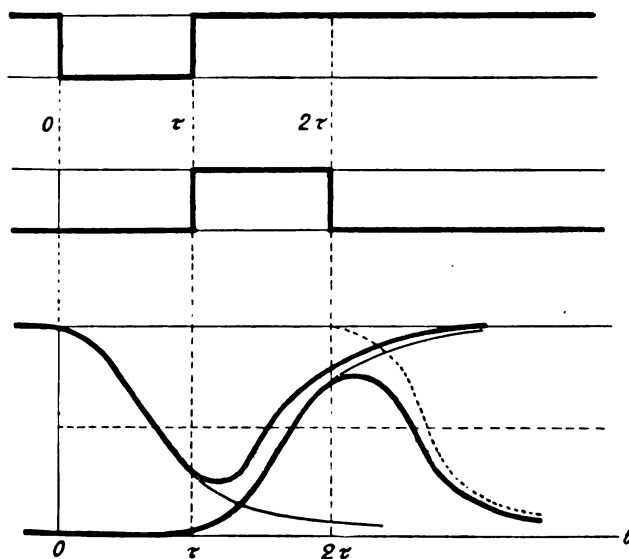


Fig. 4.

courbe où les coefficients angulaires sont égaux, soit m_0 , et remplaçons dans le voisinage de ces points la courbe de courant par l'exponentielle tangente ayant même ordonnée à l'infini, c'est-à-dire : dans le voisinage de A_2 (t_2 , h_2) par

$$y_2(t) = 1 - (1 - h_2) e^{-\frac{m_0(t-t_2)}{1-h_2}},$$

et dans le voisinage de A_1 (t_1 , h_1) par

$$y_1(t) = h_1 e^{\frac{m_0(t-t_1)}{h_1}}.$$

La fonction $\varphi(t)$ est alors remplacée par :

$$Y_2(t) - Y_1(t - \tau), \quad (3)$$

qui est maximum à l'instant t' donné par :

$$e^{-m_0 \frac{t' - t_2}{1 - h_2}} - e^{m_0 \frac{t' - t_1 - \tau}{h_1}} = 0,$$

ou encore :

$$\frac{-(t' - t_2)}{1 - h_2} = \frac{t' - t_1 - \tau}{h_1} = \frac{(t_2 - t_1) - \tau}{1 - h_2 + h_1},$$

d'où une valeur approximative du maximum cherché :

$$s = 1 - (1 - h_2 + h_1) e^{-\frac{m_0 [\tau - (t_2 - t_1)]}{1 - h_2 + h_1}}. \quad (4)$$

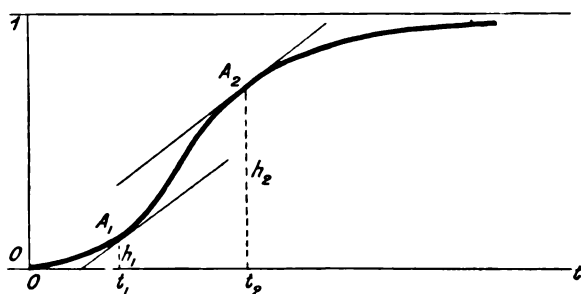


Fig. 5.

Cela posé, choisissons les points A_1 et A_2 de façon que : $h_2 - h_1 = \frac{1}{2}$, et appelons θ la différence $(t_2 - t_1)$:

$$s = 1 - \frac{1}{2} e^{-2m_0(\tau - \theta)} = 1 - \frac{1}{2} e^{-\frac{\tau - \theta}{\theta'}}, \quad (5)$$

en posant : $2m_0 = \frac{1}{\theta'}$.

La quantité s est ainsi exprimée en fonction de τ et de deux intervalles de temps, θ et θ' qui se déduisent de la courbe de courant (fig. 6). Si la partie $A_1 A_2$ de la courbe était rectiligne, on aurait $\theta' = \theta$. En général, on aura $\theta' > \theta$. Remarquons que, pour $\tau = \theta$, l'expression de s devient rigoureusement exacte, car on a dans ce cas :

$$s = h_2 - h_1 = \frac{1}{2}.$$

Les intervalles de temps θ , θ' peuvent être appelés *temps caractéristique principal* et *temps caractéristique auxiliaire* de la courbe

de courant considérée, ou, si l'on veut, de la liaison télégraphique correspondante.

Nous avons supposé qu'il existait, sur la courbe de courant, deux points A_1 , A_2 , d'ordonnées différant de $1/2$, avec même coef-

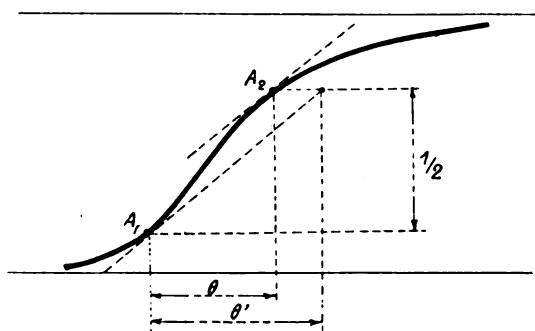


Fig. 6.

ficient angulaire. Il peut arriver que le coefficient angulaire à l'origine ne soit pas nul et soit trop grand pour que l'on puisse trouver ces deux points, par exemple avec la courbe de la figure 7. Il est

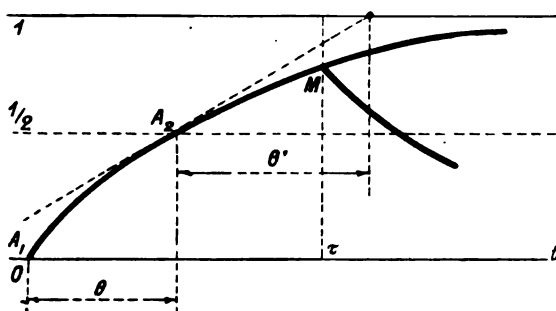


Fig. 7.

visible que, dans ce cas, le maximum M de la courbe limite inférieure de la zone d'empiètement est obtenu pour $t = \tau$, et que l'on a un point anguleux.

Prenons pour point A_2 le point d'ordonnée $1/2$ et soit m_0 le coefficient angulaire en ce point. Prenons pour expression approchée de la courbe au voisinage de A_2 :

$$Y = 1 - \frac{1}{2} e^{-\frac{m_0(t-\theta)}{1/2}}.$$

L'ordonnée du point M sera donnée par :

$$s = 1 - \frac{1}{2} e^{-\frac{\tau-\theta}{\theta'}}, \quad \text{avec } \theta' = \frac{1}{2m_0}.$$

C'est l'expression déjà obtenue (6).

Application. — Considérons comme application une liaison télégraphique dont la courbe de courant est la courbe de Thomson.

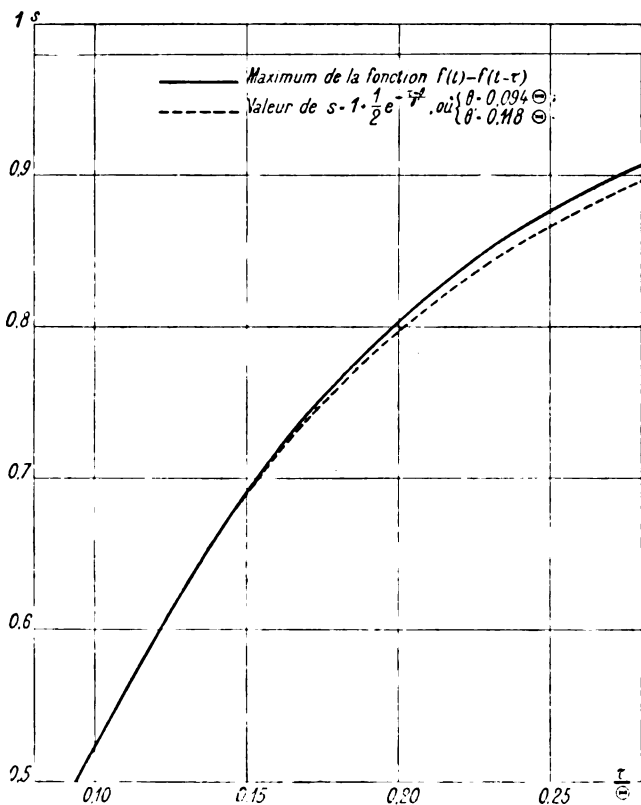


Fig. 8.

Dans ce cas les grandeurs considérées sont (en appelant Θ la constante de temps de la ligne) :

$$\begin{aligned} t_1 &= 0,060 \Theta, \quad h_1 = 0,07, \quad m_0 = \frac{4,22}{\Theta}, \quad \theta = 0,094 \Theta, \\ t_2 &= 0,154 \Theta, \quad h_2 = 0,57, \quad \theta' = 0,118 \Theta. \end{aligned}$$

Sur la figure 8, la courbe en trait plein représente les valeurs exactes

de s en fonction de $\frac{\tau}{\theta}$; et la courbe en pointillé, les valeurs données par la formule approchée :

$$s = 1 - \frac{1}{2} e^{-\frac{\tau-\theta}{\theta'}}$$

pour des valeurs de $\frac{\tau}{\theta}$ comprises entre 0,09 et 0,28 et de s entre 0,5 et 0,9.

Les allures des courbes sont identiques.

L'approximation est donnée par les tableaux suivants :

s .	$\frac{\tau}{\theta}$ exact.	$\frac{\tau}{\theta}$ d'après la formule (6).	Erreur absolue.	Erreur relative.
0,5	0,094	0,094	0	0
0,7	0,154	0,155	0,001	0,6 %
0,8	0,199	0,203	0,004	2,0 %
0,9	0,274	0,285	0,011	4,0 %

$\frac{\tau}{\theta}$.	s exact.	s d'après la formule (6).	Erreur absolue.	Erreur relative.
0,10	0,523	0,523	0	0
0,15	0,690	0,688	0,002	0,3 %
0,20	0,802	0,795	0,007	0,9 %
0,25	0,876	0,866	0,010	1,1 %

On peut considérer cette approximation comme très satisfaisante.

b) Courbe de courant présentant un maximum. — Cons-

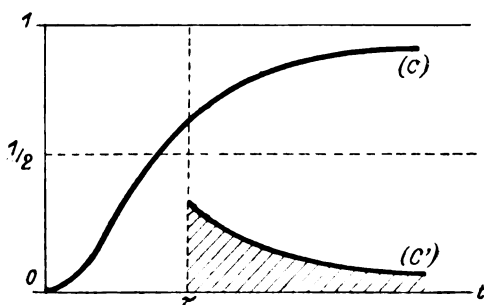


Fig. 9.

traction des limites de la zone d'empîement. — Dans le cas d'une courbe de courant toujours croissante, la zone d'empîement

peut s'obtenir de la façon suivante. Considérons la symétrique de la courbe de courant à partir de τ par rapport à la droite $y = \frac{1}{2}$; nous appellerons cette courbe *limite du résidu*; le courant résiduel est compris entre l'axe τt et cette courbe (C') (fig. 9).

En ajoutant les ordonnées des courbes (C) et (C'), on obtient

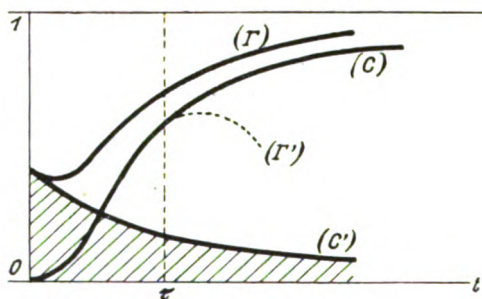


Fig. 10.

(fig. 10) la courbe (r), limite supérieure de la zone d'empiètement. En ajoutant à (C) la limite inférieure du résidu (c'est-à-dire, dans

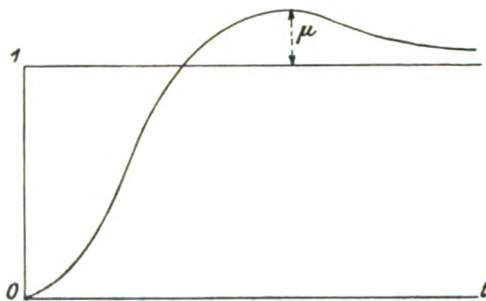


Fig. 11.

ce cas, zéro), on obtient la limite inférieure de la zone d'empiètement, du moins jusqu'au point d'abscisse τ à partir duquel il faut retrancher la courbe de courant décalée du temps τ .

Dans le cas d'une courbe de courant présentant un maximum d'ordonnée $1 + \mu$ (fig. 11), nous opérerons de même. Nous chercherons les limites du résidu (la limite inférieure ne sera plus confondue avec l'axe $0t$). Nous ajouterons, à chacune de ces courbes

(fig. 12), la courbe (C) pour avoir les limites de la zone d'empiètement, sauf pour la limite inférieure, pour laquelle il faudra, d'autre part, retrancher la courbe de courant à partir de $t = \tau$.

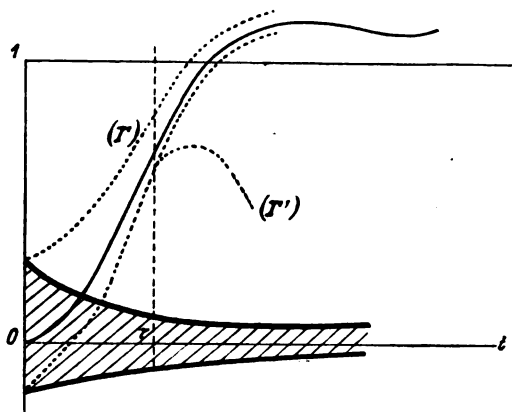


Fig. 12.

Recherche des limites du résidu. — De façon plus précise, nous appellerons *résidu* la fonction de t qui représente le courant résultant des alternances, lorsque la dernière est une alternance négative et dont l'instant d'apparition est inférieur ou égal à $-\tau$.

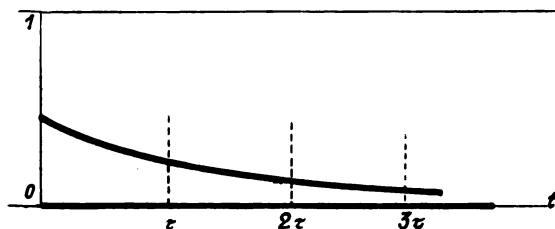


Fig. 13.

Nous appellerons *résidu maximum* l'enveloppe supérieure de tous les résidus possibles, et *résidu minimum* leur enveloppe inférieure. Les limites de l'action perturbatrice des signaux antérieurs seront donc figurées par ces courbes.

Dans le cas d'une courbe de courant toujours croissante, le résidu maximum est constitué par la courbe :

$$y = 1 - f(t - \tau),$$

et le résidu minimum, par la courbe $y = 0$.

Considérons (fig. 13) les sections de la courbe de résidu maximum de 0 à τ , de τ à 2τ ..., de $(n-1)\tau$ à $n\tau$, et appelons ces sections résidus maxima d'ordre 1, 2, ... n , qui sont des fonctions de t définies de 0 à τ . Pour former un résidu réel connaissant les instants $-k_1\tau$, $-k_2\tau$, ..., $-k_p\tau$, ... des alternances antérieures, on est conduit à la série alternée décroissante :

$$\rho = r_{k_1} - r_{k_2} + \dots - (-1)^p r_{k_p} + \dots,$$

dont on sait que la somme est positive et inférieure au premier terme.

Cherchons, dans le cas d'une courbe de courant avec un maximum, à nous ramener de même à une série alternée décroissante.

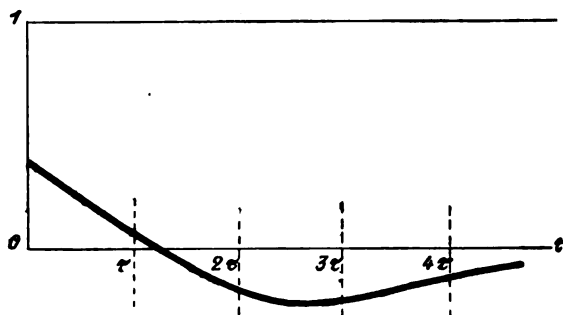


Fig. 14.

Considérons (fig. 14) les résidus des divers ordres ; à partir d'un certain rang, ils sont négatifs, et soit l'expression d'un résidu réel :

$$\rho = r_{k_1} - r_{k_2} + \dots \pm r_{k_p} \mp r_{k_{p+1}} \pm r_{k_{p+2}} \mp \dots$$

Supposons que ce soit de r_{k_p} à $r_{k_{p+1}}$ que le signe de r change. Si nous groupons ces deux termes :

$$\rho = r_{k_1} - r_{k_2} + \dots \pm (r_{k_p} + |r_{k_{p+1}}|) \mp |r_{k_{p+2}}| \pm \dots$$

C'est une série alternée, c'est-à-dire qu'on peut considérer que ce résidu correspond à une courbe de courant, sinon toujours croissante, mais toujours comprise entre 0 et 1.

Pour construire cette courbe déduite, il suffit d'ajouter les valeurs absolues de r_{k_p} et de $r_{k_{p+1}}$.

En faisant toutes ces opérations possibles, on obtiendra le

résidu maximum. (Pour limiter toutes ces opérations, cf. étude de M. Collet.)

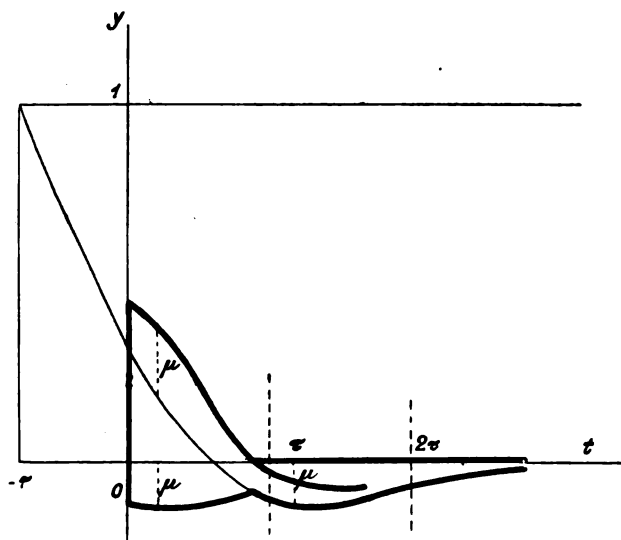


Fig. 15.

La figure 15 représente le résultat dans le cas où la courbe de

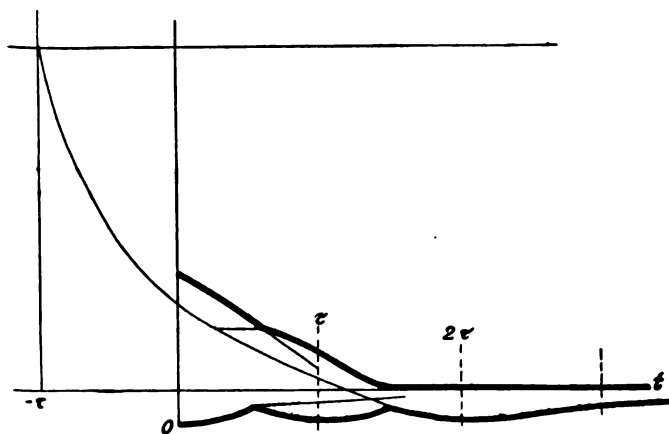


Fig. 16.

courant atteint la valeur 1 entre τ et 2τ et son maximum entre 2τ et 3τ .

La figure 16 se rapporte au cas où la valeur 1 est atteinte entre 2τ et 3τ .

D'une façon générale, l'examen de ces figures montre que les courbes limites du résidu sont tangentes en plusieurs points à la courbe $y = 1 - f(t - \tau) + \mu$ pour la courbe supérieure, et à la droite

$$y = -\mu$$

pour la courbe inférieure. On ne commettra pas une erreur considérable en adoptant les courbes

$$y = 1 - f(t - \tau) + \mu$$

et

$$y = -\mu$$

comme courbes limites jusqu'à l'abscisse du maximum et les con-

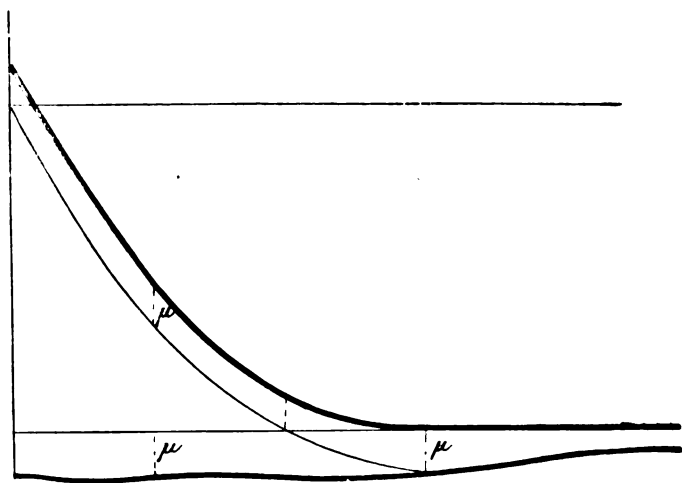


Fig. 17.

tinuant à partir du maximum respectivement par l'axe des temps et la courbe réelle (fig. 17).

Résultat. — D'après ce qui précède, s sera l'ordonnée du maximum de la courbe

$$y = [f(t) - \mu] - f(t - \tau).$$

Pour définir la courbe de façon approchée, il faut considérer que la valeur maximum est $1 + \mu$ (fig. 18). Nous pouvons prendre

comme approximation l'exponentielle tangente en un point A_2 (h_2) à la courbe considérée et dont la valeur asymptotique est $1 + \mu$, c'est-à-dire :

$$y_2 = h_2 + (1 - h_2 + \mu) \left(1 - e^{-\frac{m_0(t-t_2)}{1-h_2+\mu}} \right).$$

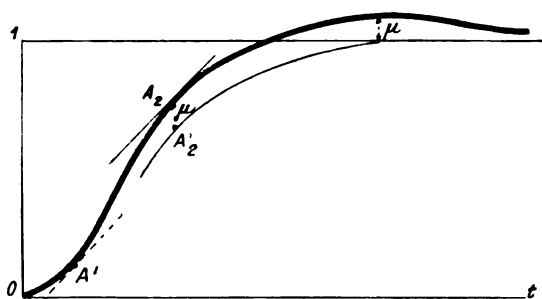


Fig. 18.

En procédant de même que dans le paragraphe a), on obtient :

$$y = 1 - (1 - h_2 + \mu) e^{-\frac{m_0(t-t_2)}{1-h_2+\mu}} - h_1 e^{\frac{m_0(t-t_1-\tau)}{h_1}}, \quad (6)$$

et :

$$s = 1 - [(1 + \mu) - (h_2 - h_1)] e^{-\frac{m_0(\tau - t_2 + t_1)}{(1 + \mu) - (h_2 - h_1)}}. \quad (7)$$

Nous définirons $\theta = t_2 - t_1$ par la condition :

$$(1 + \mu) - (h_2 - h_1) = \frac{1}{2}, \quad \text{ou :} \quad h_2 - h_1 = \frac{1}{2} + \mu,$$

et nous aurons en définitive la même expression que dans le cas d'une courbe toujours croissante :

$$s = 1 - \frac{1}{2} e^{-\frac{\tau - \theta}{\theta'}}, \quad \text{avec} \quad \theta' = \frac{1}{2m_0}.$$

S'il n'est pas possible de trouver deux points A_1, A_2 d'ordonnée différant de $\frac{1}{2} + \mu$ et de tangentes parallèles, on prendra, de même que dans le cas du paragraphe a) :

$$h_1 = 0 \quad \text{et} \quad h_2 = \frac{1}{2} + \mu,$$

et la quantité de s reste représentée par la même expression.

EXPRESSION DE δ .

a) **Courbe de courant toujours croissante.** — La zone d'empiètement est limitée inférieurement par la courbe

$$f(t) - f(t - \tau)$$

et, supérieurement, par la courbe

$$f(t) + 1 - f(t + \tau).$$

L'empiètement est déterminé par le segment δ intercepté par ces

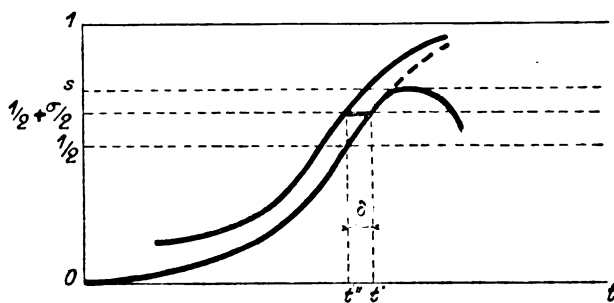


Fig. 19,

deux courbes sur la parallèle à $0t$, d'ordonnée correspondant à l'intensité de fonctionnement du relais, c'est-à-dire $\frac{1}{2} + \frac{\sigma}{2}$, où $\sigma = \frac{i_m}{I}$ (fig. 19).

Pour que la condition de fidélité soit satisfaite, nous avons vu qu'il faut :

$$s > \frac{1}{2} + \frac{\sigma}{2} + \frac{\sigma}{2};$$

donc on peut admettre que la droite $y = \frac{1}{2} + \frac{\sigma}{2}$ coupe la courbe $f(t) - f(t - \tau)$ au dessous du point où elle commence à différer sensiblement de $f(t)$. On peut donc *pratiquement* considérer l'empiètement comme défini par les courbes

$$f(t)$$

et

$$f(t) + [1 - f(t + \tau)].$$

$[1 - f(t + \tau)]$ est le résidu maximum des alternances antérieures.

De même que pour le calcul de s , remplaçons la courbe $f(t)$ dans le voisinage du point A' par :

$$Y_2 = 1 - (1 - h_2) e^{-\frac{t - t_2}{2(1 - h_2)\theta'}},$$

où h_2, t_2, θ' ont la même signification.

Cherchons une approximation de même forme, valable dans le voisinage de $t_2 + \tau$; soit $1 - \varepsilon$ la valeur de $f(t_2 + \theta')$. En général, ε sera petit; dans le cas étudié, on peut admettre, sans risquer de faire une erreur considérable, que, dans le voisinage de $t_2 + \theta'$, la courbe de courant peut être représentée par une exponentielle de même exposant que celle qui est valable dans le voisinage de t_2 , et prendre comme valeur approchée :

$$1 - \varepsilon e^{-\frac{t - t_2 - \theta'}{2(1 - h_2)\theta'}}. \quad (8)$$

Cela posé,

$$\delta = t' - t'',$$

et les valeurs approchées de t' et t'' sont donnés par :

$$\frac{1 + \sigma}{2} = 1 - (1 - h_2) e^{-\frac{t' - t_2}{2(1 - h_2)\theta'}}, \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \frac{1 + \sigma}{2} &= 1 - (1 - h_2) e^{-\frac{t'' - t_2}{2(1 - h_2)\theta'}} + \varepsilon e^{-\frac{t'' - t_2 - \theta' + \tau}{2(1 - h_2)\theta'}} = \\ &= 1 - (1 - h_2) e^{-\frac{t'' - t_2}{2(1 - h_2)\theta'}} \left[1 - \frac{\varepsilon}{1 - h_2} e^{-\frac{\tau - \theta'}{2(1 - h_2)\theta'}} \right], \end{aligned} \quad (10)$$

d'où l'on tire :

$$\begin{aligned} -\frac{t' - t_2}{2(1 - h_2)\theta'} &= \text{Log} \frac{1 - \sigma}{2(1 - h_2)}, \\ -\frac{t'' - t_2}{2(1 - h_2)\theta'} &= \text{Log} \frac{1 - \sigma}{2(1 - h_2)} - \text{Log} \left[1 - \frac{\varepsilon}{1 - h_2} e^{-\frac{\tau - \theta'}{2(1 - h_2)\theta'}} \right], \end{aligned} \quad (11)$$

d'où enfin :

$$\frac{-\delta}{2(1 - h_2)\theta'} = \text{Log} \left[1 - \frac{\varepsilon}{1 - h_2} e^{-\frac{\tau - \theta'}{2(1 - h_2)\theta'}} \right]. \quad (12)$$

Il est à remarquer que cette expression de δ est indépendante de σ . Il n'en résulte pas qu'en réalité δ sera toujours indépendant de σ , mais qu'il est probable qu'il en dépendra peu; que dans tous les cas il n'est pas possible de déterminer sans plus de précision la valeur optimum de σ .

La quantité ε ne dépend que de la courbe de courant réduite, et peut être appelée *résidu caractéristique*.

Dans le cas de la courbe de Thomson, $\varepsilon = 0,134$.

Pour δ , on peut se contenter d'une expression assez approchée et remplacer, dans l'expression (12), h_1 par $1/2$; cela revient à négliger h_1 devant l'unité; or h_1 sera toujours petit, et même nul dans le cas où la tangente à l'origine de la courbe a une pente supérieure à m_0 .

L'expression de l'empiètement devient alors :

$$\delta = \theta' \text{Log} \left[1 - 2\varepsilon e^{1 - \frac{\tau}{\theta'}} \right]. \quad (13)$$

Dans le cas de la courbe de Thomson, qui doit être considérée comme des plus défavorables, nous avons vu que $h_1 = 0,07$. Le tableau suivant donne la comparaison des résultats des deux formules (12) et (13) :

δ \ τ/θ'	1	1,5	2
D'après (12) . . .	0.325	0,182	0,106
D'après (13) . . .	0.315	0,180	0,106

b) Courbe de courant présentant un maximum. — Dans le

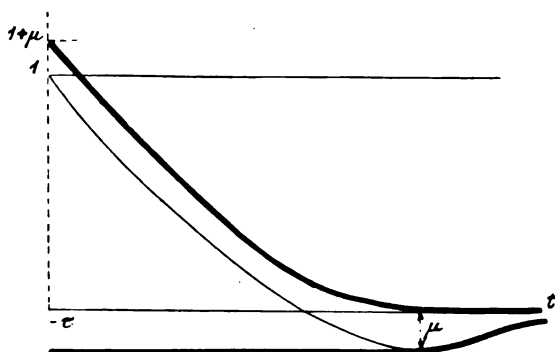


Fig. 20.

cas d'une courbe de courant présentant un maximum, la zone d'empiètement n'est plus limitée inférieurement par la courbe :

$$y = f(t) - f(t - \tau),$$

mais par la courbe que l'on obtient en retranchant de celle-ci le plus grand résidu négatif possible (fig. 20). Cela revient à dire que la considération du résidu maximum $1 - f(t + \tau)$ doit être remplacée par celle de la courbe (F) (fig. 21), obtenue en ajoutant les valeurs absolues des résidus limites positif et négatif, courbe qui s'obtient en ajoutant 2μ à la courbe $1 - f(t + \tau)$ depuis l'origine

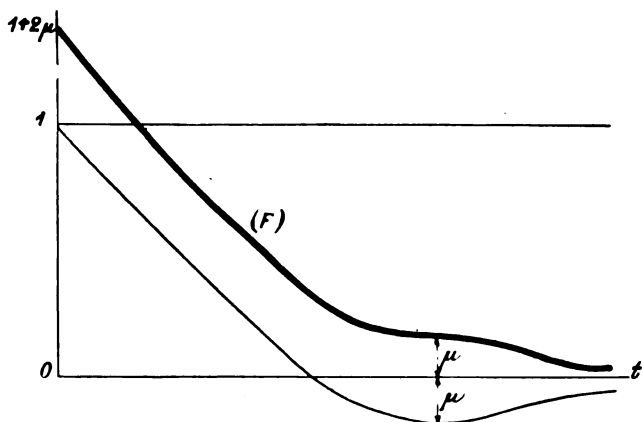


Fig. 21.

jusqu'à l'abscisse du maximum, puis en prenant la symétrique de la courbe $1 - f(t + \tau)$ à partir du maximum.

La quantité ε qui entre dans l'expression de δ sera donc l'ordonnée de cette courbe (F) pour le point d'abscisse $t_2 + \theta'$, comme dans le cas de la courbe toujours croissante.

EXPRESSION DE m .

Le coefficient angulaire de la courbe, qui intervient dans la condition de synchronisation, est le coefficient au point de fonctionnement du relais, c'est-à-dire pour $y = \frac{1}{2} + \frac{\sigma}{2}$.

Avec la même approximation que précédemment, on aura, (en considérant le cas d'une courbe présentant un maximum) :

$$m = \left[\frac{dY_2}{dt} \right]_{y=\frac{1}{2}+\frac{\sigma}{2}} = \left[m_0 e^{-\frac{m_0(t-t_2)}{1-h_2+\frac{\sigma}{2}}} \right]_{y=\frac{1}{2}+\frac{\sigma}{2}} = m_0 \left[\frac{1+\frac{\sigma}{2}-Y_2}{1+\frac{\sigma}{2}-h_2} \right]_{y=\frac{1}{2}+\frac{\sigma}{2}}$$

Donc :

$$m = m_0 \frac{\frac{1}{2} + \mu' - \frac{\sigma}{2}}{\frac{1}{2} + \mu' - h_1} = \frac{1}{2\theta'} \frac{1 + 2\mu' - \sigma}{1 + 2\mu' - 2h_1}.$$

Dans la plupart des cas, h_1 sera suffisamment petit pour qu'on puisse prendre :

$$m = m_0 \left(1 - \frac{\sigma}{1 + 2\mu'} \right) = \frac{1}{2\theta'} \left(1 - \frac{\sigma}{1 + 2\mu'} \right).$$

Pour passer au cas d'une courbe sans maximum, il suffit de faire $\mu = 0$, et l'on a :

$$m = \frac{1 - \sigma}{2\theta'}.$$

EXPRESSIONS DES LIMITES DE LA VITESSE DE TRANSFERT.

En définitive, on peut obtenir des expressions suffisamment approchées des conditions limitant la vitesse de transfert en con-

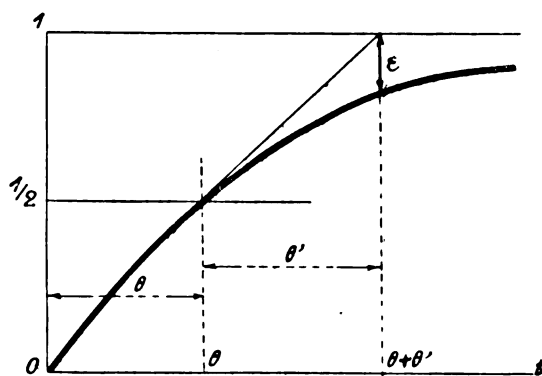


Fig. 22.

sidéant quatre quantités définies d'après la courbe de courant réduite, qui sont :

θ , temps caractéristique principal,

θ' , temps caractéristique auxiliaire,

ϵ , résidu caractéristique

μ , excédent relatif du courant maximum sur le courant limite. Ces quantités sont figurées sur les figures 22 à 25 pour les types de courbe les plus fréquents.

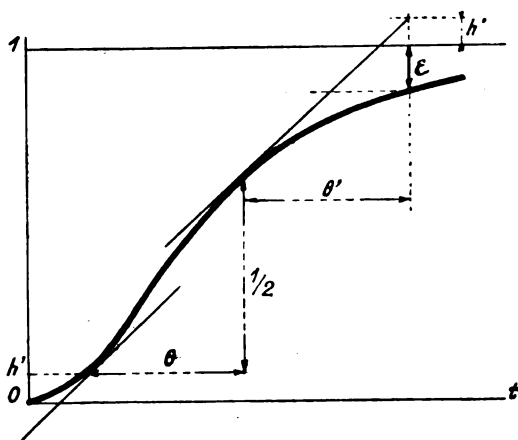


Fig. 23.

On peut étendre la définition de ces quantités pour des courbes

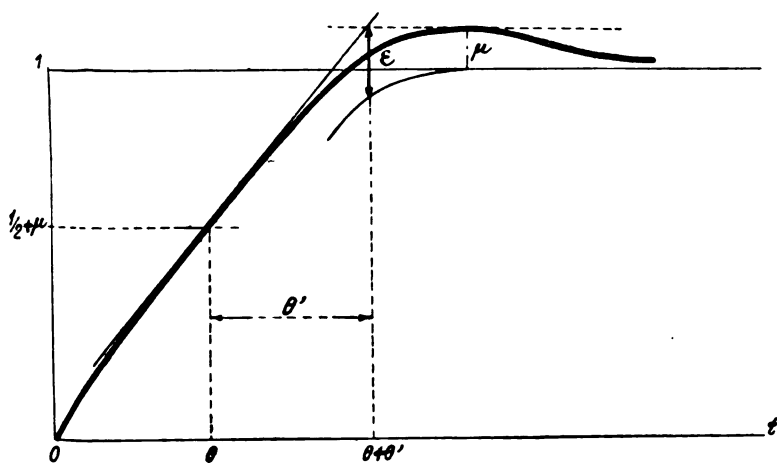


Fig. 24.

qui présenteraient plus d'un maximum et d'un minimum; mais dans les cas pratiques, après le premier maximum, on peut considérer que la courbe se rapproche considérablement de son asymptote.

La condition de fidélité :

$$s \geq \frac{1}{2} + \frac{\sigma + \varpi}{2}, \quad \text{où} \quad \begin{cases} \sigma = \text{sensibilité relative du relais,} \\ \varpi = \text{intensité relative des parasites,} \end{cases}$$

s'exprime par :

$$1 - \frac{1}{2} e^{-\frac{\tau - \theta}{\theta'}} \geq \frac{1}{2} + \frac{\sigma + \varpi}{2},$$

ou :

$$\tau \geq \theta + 2,3 \theta' \operatorname{Log}_{10} \frac{1}{1 - (\sigma + \varpi)}. \quad (\text{I})$$

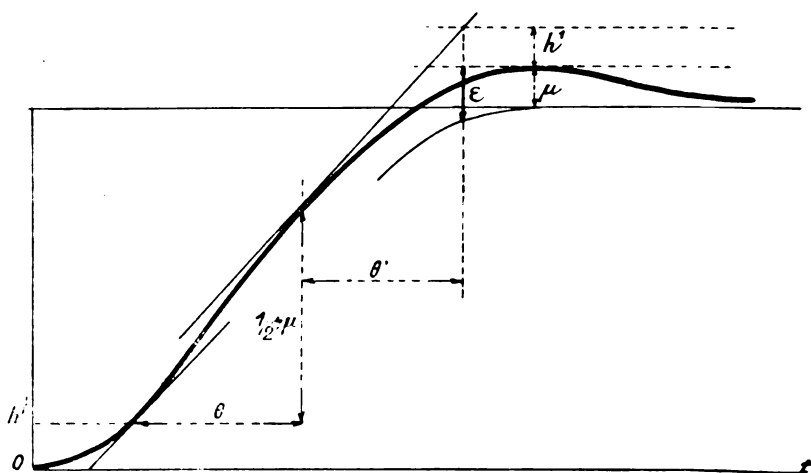


Fig. 25.

La condition de synchronisation :

$$\frac{\varpi}{m} + \delta \leq .l \tau,$$

s'exprime par :

$$\frac{2\theta' \varpi}{1 - \frac{\sigma}{1 + 2\theta'}} - \theta' \operatorname{Log} \left[1 - 2\varepsilon e^{-\frac{\tau - \theta'}{\theta'}} \right] \leq .l \tau,$$

ou, en posant, pour simplifier l'écriture : $r = \frac{2\varpi}{.l \left[1 - \frac{\sigma}{1 + 2\theta'} \right]}$:

$$\frac{\tau}{\theta'} \geq r - \frac{1}{.l} \operatorname{Log} \left[1 - 2\varepsilon e^{-\frac{\tau - \theta'}{\theta'}} \right].$$

On peut tirer de cette équation transcendante une valeur approchée de τ/θ' , exacte pour toutes les valeurs pratiquement possibles de ν et de ε à moins de $\frac{1}{100}$ près, et qui donne l'expression suivante de la condition de synchronisation :

$$\tau > \theta' \left[\nu + \frac{\frac{2}{\sigma} \varepsilon e^{1-\nu}}{1 + 6\varepsilon e^{1-\nu}} \right]. \quad (11)$$

Remarquons que le second terme entre crochets sera toujours inférieur à l'unité et, en général, plus petit que le premier ; ceci indique qu'en général l'influence des parasites est plus grande que celle du résidu de courant des signaux antérieurs.

Remarque sur la correction par courants spéciaux. — Nous avons supposé, dans ce qui précède, que, pour le maintien du synchronisme, on utilisait une alternance quelconque de courant, pouvant être précédée d'une suite arbitraire d'autres alternances. C'est le cas des appareils Baudot-Picard, Siemens, Murray, Western, etc..., cas dit de la correction sans courants spéciaux. Dans le cas de l'appareil Baudot, pendant la valeur de deux ou trois contacts, avant de recevoir les courants de correction, le relais récepteur ne reçoit aucun courant ; dans ce cas, de l'alternance sur laquelle est basée le maintien du synchronisme, résulte une courbe du courant reçu qui n'est pas modifiée par les émissions antérieures (du moins si l'on suppose, comme il se doit, que le régime permanent est atteint après trois ou quatre fois la durée d'une émission élémentaire). Ceci revient à dire que la condition de synchronisme pour l'appareil Baudot est indépendante du résidu de courant et se réduit à :

$$\frac{\tau}{\theta'} > \frac{2\pi}{\sigma \left[1 - \frac{\sigma}{1 + 2\sigma''} \right]}.$$

En conséquence, si la vitesse de transfert d'une ligne donnée, exploitée avec un relais donné, n'est limitée que par la condition

de maintien du synchronisme, cette vitesse de transfert sera plus grande pour l'appareil Baudot que pour les appareils avec correction sans courants spéciaux (du moins dans la limite où le coefficient λ est le même pour tous ces appareils). Il est vrai que cet avantage est diminué par la nécessité de consacrer quelques contacts à la correction et à la propagation.

En définitive, les deux limites de la vitesse de transfert N , peuvent s'exprimer, en bauds, par :

$$\text{I} \quad N_f = \frac{1}{\theta + 2,3 \theta' \text{Log}_{10} \left[1 + \frac{\sigma + \varpi}{1 - (\sigma + \varpi)} \right]}$$

et par :

$$\text{II}_a \quad N_s = \frac{\frac{1}{\theta'}}{r + \frac{1}{\lambda} \frac{2\varepsilon e^{1-\nu}}{1 + 6\varepsilon e^{1-\nu}}}$$

dans le cas de la correction sans courants spéciaux, et par :

$$\text{II}_b \quad N_s = \frac{\frac{1}{\theta'} \lambda \left[1 - \frac{\sigma}{1 + 2\mu} \right]}{2\varpi}$$

dans le cas de la correction Baudot.

La vitesse de transfert d'une communication donnée ne pourra donc dépasser la plus petite de ces deux quantités N_f et N_s , exprimées en fonction des divers éléments dépendant soit de la ligne, soit de l'appareil :

σ , rapport de l'intensité minimum de fonctionnement du relais à l'intensité du courant reçu quand la pile est appliquée de façon prolongée,

ϖ , rapport de l'intensité des plus forts parasites à l'intensité du courant reçu quand la pile est appliquée de façon prolongée,

λ , rapport du plus grand empiètement compatible avec le fonctionnement normal des organes synchrones à la durée d'une émission élémentaire,

$$r, \frac{2\pi}{\lambda \left[1 - \frac{\sigma}{1 + 2\mu} \right]},$$

θ, θ', e, μ , éléments caractéristiques de la courbe de courant.

ETUDE DES LIMITES DE LA VITESSE DE TRANSFERT.

INFLUENCE DE LA SENSIBILITÉ DU RELAIS

SUR LA VITESSE DE TRANSFERT.

Etudions comment varient les limites supérieures N_f et N_s avec la quantité σ qui caractérise la sensibilité du relais récepteur.

Limite donnée par la condition de fidélité. — Quand σ

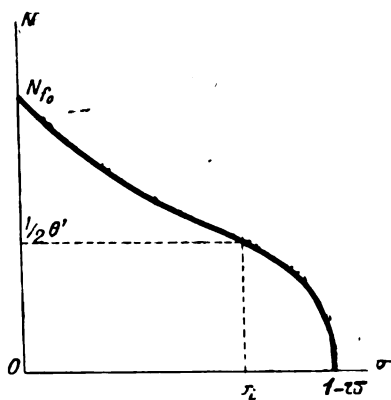


Fig. 26.

varie de 0 à $1 - \sigma$, la limite N_f décroît continuellement de

$N_f = \frac{1}{\theta + \theta' \text{Log} \frac{1}{1 - \sigma}}$ à zéro. Si nous portons en abscisses les va-

leurs de σ et en ordonnées les valeurs correspondantes de N_f , nous obtenons une courbe affectant l'allure de la figure 26. L'inflexion de la courbe a lieu pour :

$$\sigma_i = 1 - \sigma - e^{-2 + \frac{\theta}{\theta'}}.$$

et la valeur correspondante de N_f est $1/2 \theta'$. Entre 0 et σ_i , la variation est sensiblement linéaire ; ensuite elle est très rapide.

La quantité σ devra donc être choisie aussi petite que possible, dans tous les cas inférieurs à σ_i . La valeur σ_i est voisine de $\frac{1}{2}$. Le relais récepteur devra donc battre pour une intensité inférieure à la moitié de l'intensité I du courant reçu quand la pile est appliquée

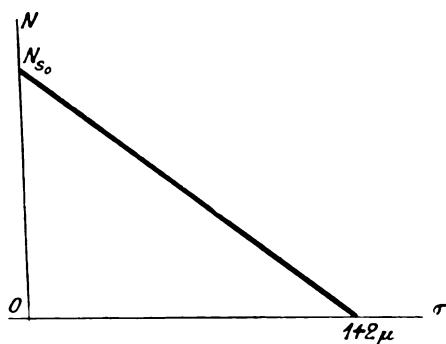


Fig. 27.

de façon prolongée. Si l'intensité minimum de fonctionnement du relais i_m est de 5 milliampères, il faudra, pour se trouver dans de bonnes conditions, que le courant I ne soit pas inférieur à 12 ou 15 milliampères. En pratique, sur les lignes aériennes, on a souvent des courants I de plus de 20 milliampères. Il n'y a pas d'avantage considérable à augmenter encore I , comme le montre le tableau ci-dessous, établi en supposant $\theta/\theta' = 0,8$, $\tau = 0,3$ et $i_m = 5$ milliampères :

I	10mA	15mA	20mA	25mA	30mA	40mA
σ	0,5	0,333	0,250	0,200	0,167	0,125
N_f	$0,415 \cdot \frac{1}{\theta'}$	$0,555 \cdot \frac{1}{\theta'}$	$0,625 \cdot \frac{1}{\theta'}$	$0,67 \cdot \frac{1}{\theta'}$	$0,70 \cdot \frac{1}{\theta'}$	$0,74 \cdot \frac{1}{\theta'}$

On voit qu'au delà de 20 milliampères l'augmentation de la vitesse de transfert n'est pas grande. Il paraît raisonnable de se

tenir au voisinage de trois ou quatre fois le courant de fonctionnement du relais.

Limite donnée par la condition de maintien du synchronisme (cas de la correction Baudot). — Dans le cas de la correction Baudot, cette limite est donnée par :

$$N_s = \frac{1}{\theta'} \frac{\lambda}{2\varpi} \left[1 - \frac{\sigma}{1 + 2\mu} \right].$$

Elle varie linéairement de $N_{s_0} = \frac{1}{\theta'} \frac{\lambda}{2\varpi}$ à zéro quand σ varie de 0 à $1 + 2\mu$ (fig. 27).

La comparaison de cette condition à la condition de fidélité dépend des valeurs respectives de N_{f_0} et N_{s_0} correspondant à $\sigma = 0$. Ces valeurs sont égales pour un certain taux de parasites ϖ_1 donné par l'équation :

$$\frac{2\varpi_1}{\lambda} = \frac{\theta}{\theta'} + \text{Log} \frac{1}{1 - \varpi_1} ,$$

d'où résulte la valeur approchée :

$$\varpi_1 = \frac{1 - e^{-\lambda \frac{\theta}{\theta'}}}{2 \left(1 - \frac{\lambda}{2} \right)} ,$$

donnée par le tableau à double entrée :

$\lambda \backslash \theta/\theta'$	0,7	0,8	0,9	1,0
0,25	0,092	0,103	0,114	0,127
0,30	0,111	0,126	0,139	0,152
0,35	0,130	0,148	0,164	0,179

Dans le cas des lignes aériennes, la valeur relative des parasites est, en général, supérieure aux valeurs ϖ_1 de ce tableau ; on aura alors : $N_{f_0} > N_{s_0}$ (fig. 28), et la condition de maintien du synchronisme sera plus sévère que la condition de fidélité. Au

contraire, dans le cas des lignes en câble, très bien isolées, on pourra avoir un taux de parasites inférieur à ϖ_1 , et ce sera la condition de fidélité qui limitera la vitesse de transfert (fig. 29). Si la valeur

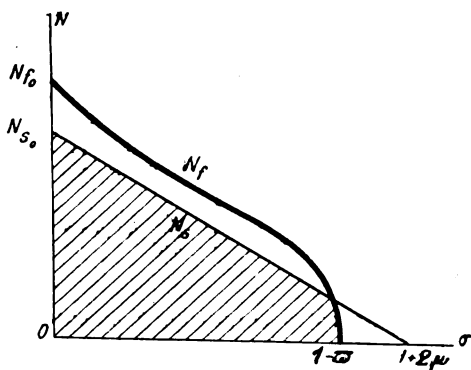


Fig. 28.

relative des parasites ϖ était voisine de ϖ_1 , les deux conditions

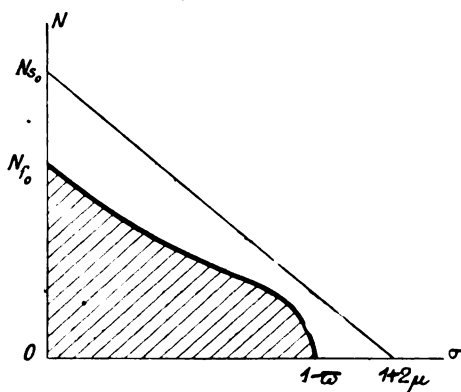


Fig. 29.

seraient à peu près équivalentes pour les valeurs pratiques de σ ($\sigma < 1/3$).

Limite donnée par la condition de maintien du synchronisme (Cas de la correction sans courants spéciaux). — Dans le cas de la correction sans courants spéciaux, nous avons vu que la condition de maintien du synchronisme est (pour une même valeur de λ) plus sévère que dans le cas de la correction Baudot.

Sur la figure 30, sont portées, pour des mêmes valeurs de l et de ϖ , les limites dans ces deux cas. On voit que la différence est d'autant plus grande que la sensibilité du relais est plus grande.

Pour savoir, dans ce cas, quelle est la condition la plus sévère, on ne peut se contenter de comparer les valeurs de N_f et de N_s , pour $\sigma = 0$. Cependant on peut dire, d'une façon générale, que, lorsque ϖ sera supérieur à la valeur de ϖ_1 donnée dans le tableau précédent, la condition de synchronisation sera *a fortiori* plus sévère que la condition de fidélité. Lorsque, au contraire les parasites seront assez faibles pour que $\varpi > \varpi_1$, la construction même sommaire des courbes N_f et N_s , en fonction de σ donnera une réponse rapide à la question : quelle est la condition la plus sévère ? Ce dernier cas sera, en général, celui des câbles sous-marins exploités au Baudot-Picard.

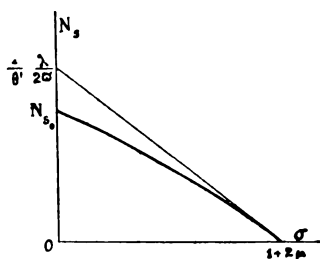


Fig. 30.

* * *

Application. — Des oscillogrammes, pris sur un circuit de près de 850 kilomètres composé de fils de cuivre de 2^{mm},5 et de 3 millimètres, d'une résistance totale d'environ 3200 ohms, ont donné :

$$\theta = 5,1 \text{ millisecondes,}$$

$$\theta' = 6,8 \text{ millisecondes,}$$

$$\varepsilon = 0,054,$$

$$\varpi = 0,20.$$

Le courant reçu, quand la pile est appliquée de façon prolongée, est de 32 milliampères, d'où :

$$\sigma = \frac{5}{32} = 0,155.$$

Ce circuit est exploité au baudot quadruple, soit à 72 bauds.

La limite donnée par la condition de fidélité est :

$$N_f = \frac{1}{5,1 + 2,3 \times 6,8 \times \text{Log}_{10} \frac{1}{0,645}} = 123 \text{ bauds.}$$

La limite donnée par la condition de synchronisation est (en admettant $\lambda = 0,3$) :

$$N_s = \frac{0,3(1 - 0,155)}{2 \times 0,2 \times 6,8} = 93 \text{ bauds.}$$

La marge entre cette limite (93 bauds) et la vitesse de transfert d'exploitation (72 bauds) n'est pas très grande. Pour évaluer l'importance de cette marge, on peut chercher quelle limite les courants parasites ne doivent pas dépasser pour permettre la vitesse de

transfert de 72 bauds : $\sigma_{\text{limite}} = \frac{\lambda(1 - \sigma)}{2\theta' \times 72} = 0,26.$

Une augmentation des parasites de 30 % compromet donc l'exploitation de ce fil, qui dépend donc en premier lieu du bon isolement de la ligne, ainsi que cela a été mainte fois constaté.

* * *

ANNEXE.

SUR LES CONDITIONS RÉGLANT LA VITESSE DE TRANSMISSION EN TÉLÉGRAPHIE.

(Résumé de la communication faite par M. H. Salinger
au congrès de télégraphie et de téléphonie à Côme, en septembre 1927.)

La vitesse qu'on atteint dans une liaison télégraphique est déterminée par la précision avec laquelle les signaux sont transmis. En essayant de dépasser la vitesse limite, on trouve que les signaux reçus sont trop imprécis pour souffrir un raccourcissement ultérieur.

La question se pose donc de savoir quel degré de précision (1) doit être exigé afin que les signaux soient reçus exactement, question dont la solution dépend malheureusement de divers facteurs assez complexes. Le problème est relativement simple dans le cas d'une liaison Morse ou Wheatstone : il s'agit alors de savoir de combien les durées

1. Le degré de précision existant peut être mesuré par une quantité que M. Collet a récemment appelée *l'empiètement*, quantité qui, d'ailleurs, au facteur 2 près, est égale à *l'intervalle* que l'auteur a introduit dans un mémoire soumis aux participants à la 1^{re} session du C.C.I. de télégraphie (Berlin, novembre 1926), et imprimé depuis par le bureau de Berne.

des traits ou points peuvent varier sans que les signaux deviennent illisibles : voilà évidemment une question d'ordre psychologique.

Au contraire, dans le cas d'une liaison desservie par un des systèmes imprimeurs, tout doit dépendre de la construction de l'appareil. Or, dans ces systèmes, on se sert souvent de l'artifice de raccourcir les segments de la couronne réceptrice, c'est-à-dire de n'en utiliser pour l'impression que les parties centrales, principe qui d'ailleurs est utilisé aussi dans les répéteurs à rotation. Des fluctuations du moment où un signe commence ou finit ne sont plus nuisibles, pourvu qu'elles ne dépassent pas les parties terminales des segments. Il s'ensuit que, plus la partie centrale des segments est petite, moins est grand le degré de précision qu'il faut exiger des signes qui arrivent.

Mais, dans les systèmes imprimeurs, on doit transmettre non seulement les signaux, mais encore le synchronisme. Dans l'appareil Baudot, qui se sert d'émissions spéciales pour ce but, les exigences que les deux fonctions du récepteur posent à la précision des signes sont à peu près les mêmes.

Dans l'appareil Siemens, par contre, une certaine combinaison d'émissions de courant est, chaque fois qu'elle se trouve dans les signaux transmis, utilisée pour régler le nombre de tours du récepteur. Pour évaluer quel est l'effet qu'un manque de précision des signaux reçus a sur ce mécanisme, on devrait considérer la probabilité de l'occurrence de ladite combinaison de courant ainsi que les degrés dans lesquels la vitesse angulaire du récepteur est modifiée. Il semble que le maintien du synchronisme pose une condition plus sévère à la précision de la transmission que ne le fait l'impression exacte des signes, mais rien de sûr n'est encore connu à ce sujet.

Pour attaquer le problème d'une manière expérimentale, un arrangement a été construit, qui permet de donner aux signaux une inexactitude variant d'une manière statistique d'une impulsion à l'autre, mais dont la valeur moyenne est connue. Les essais ne sont pas encore achevés, mais on espère en obtenir des résultats prochainement.

AIGUILLES POUR CANALISATIONS MULTIPLES,

Par J. MAILLEY,

ingénieur des Postes et Télégraphes.

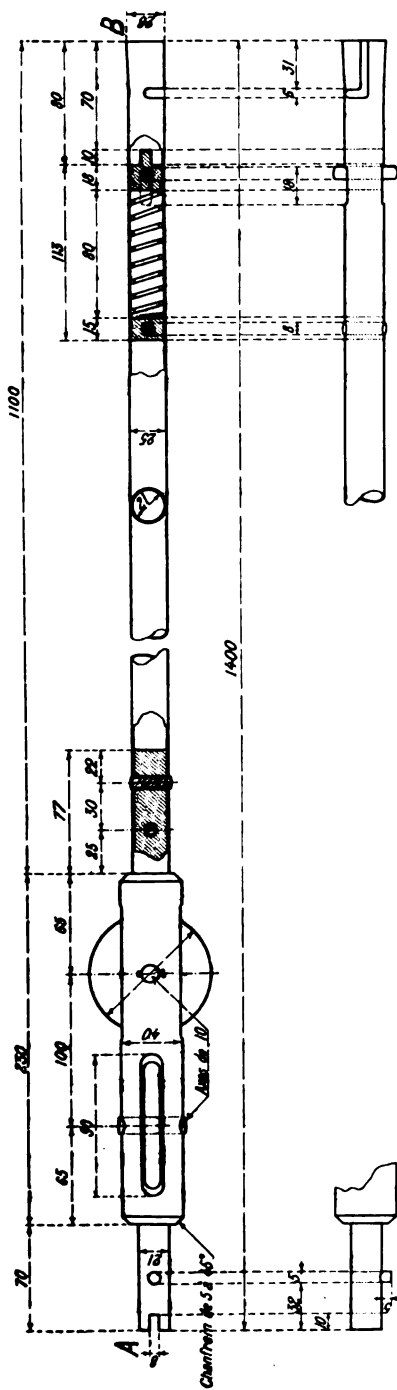
Le tirage des câbles électriques en conduite multitubulaire s'exécute au moyen d'un câble tracteur en acier qu'il a fallu, au préalable, introduire dans la conduite. L'introduction du câble tracteur se fait au moyen d'un fil pilote (fer, bronze ou corde) qu'on passe, au moyen d'une aiguille, dans les tuyaux au moment du tirage ou que l'on peut placer dans la conduite au moment de la construction.

La pose de fils au moment de la construction est, en général, abandonnée, sauf en des cas exceptionnels. Le procédé ne paraît pas avantageux. Il crée une sujétion importante lors de la pose de la conduite. Il immobilise des fils d'une valeur assez considérable qui, la plupart du temps, sont retrouvés en mauvais état au moment où l'on veut s'en servir, c'est-à-dire souvent plusieurs années après la pose de la conduite (fils brisés, rouillés, etc...).

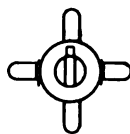
On a préféré, à ce procédé, celui de l'aiguille. Les aiguilles sont formées d'éléments rigides que l'on assemble et que l'on pousse à partir d'une chambre A. Lorsque l'extrémité de cette aiguille apparaît à la chambre suivante B, on retire l'aiguille après avoir amarré en A le fil pilote, qui se trouve ainsi introduit dans la conduite au fur et à mesure du retrait de l'aiguille.

Les aiguilles employées jusqu'ici étaient en métal ou en bois, les éléments consécutifs étant assemblés par des manchons filetés ou par des douilles de formes diverses. Toutes ces aiguilles progressent par glissement. Il faut reconnaître que ces différents types n'ont guère donné satisfaction.

1^o Aiguilles en tige d'acier. — Les tiges, de 10 à 12 millimètres de diamètre et de 2 à 3 mètres de longueur, sont reliées les



Vue de bout (Côté A).



Vue de bout (Côté B).

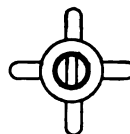


Fig. 1. — Aiguille à roulement : vue de côté et vues de bout.

unes aux autres par des manchons filetés. Ce système d'aiguille est très flexible. Etant donné l'effort de compression élevé nécessaire pour la progression, ces aiguilles flambent dans le tuyau où elles sont introduites. Le passage dans une section de 150 mètres est d'une difficulté telle, que certains services employant cette aiguille ont été amenés, uniquement pour faciliter le passage de l'aiguille, à créer des chambres de visite intermédiaires ou à construire des canalisations avec chambres de tirage espacées seulement de 100 à 120 mètres. Ces solutions sont particulièrement onéreuses.

2° Aiguilles en tube creux d'acier. — La liaison entre les divers éléments se fait au moyen de manchons filetés ou par

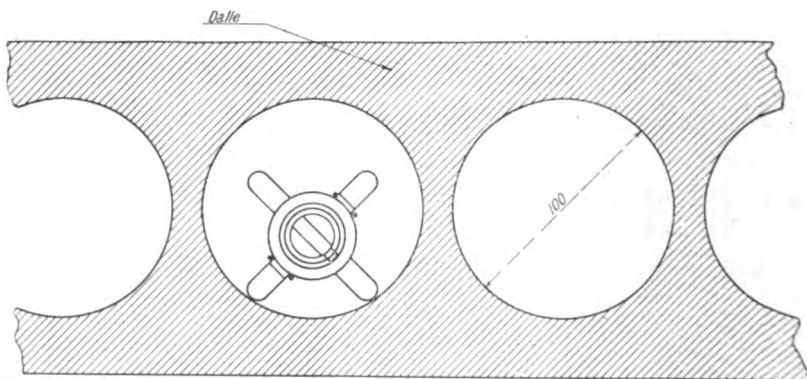


Fig. 2. — Aiguille à roulement : position de l'aiguille dans la conduite.

douilles. La liaison par manchons filetés présente l'inconvénient d'une usure rapide et nécessite un temps long de montage et démontage. Les liaisons à douilles employées jusqu'ici ne sont pas satisfaisantes non plus, car, si elles travaillent bien à la compression (aiguille poussée), elles travaillent en général mal à l'extension (aiguille retirée).

Ces aiguilles s'inscrivent très mal en courbe. Ce point mis à part, ce deuxième système est supérieur au précédent et ne demande guère que 3 à 4 heures d'ouvrier (4 ouvriers pendant 3/4 d'heure ou une heure) pour le poussage sur 150 mètres.

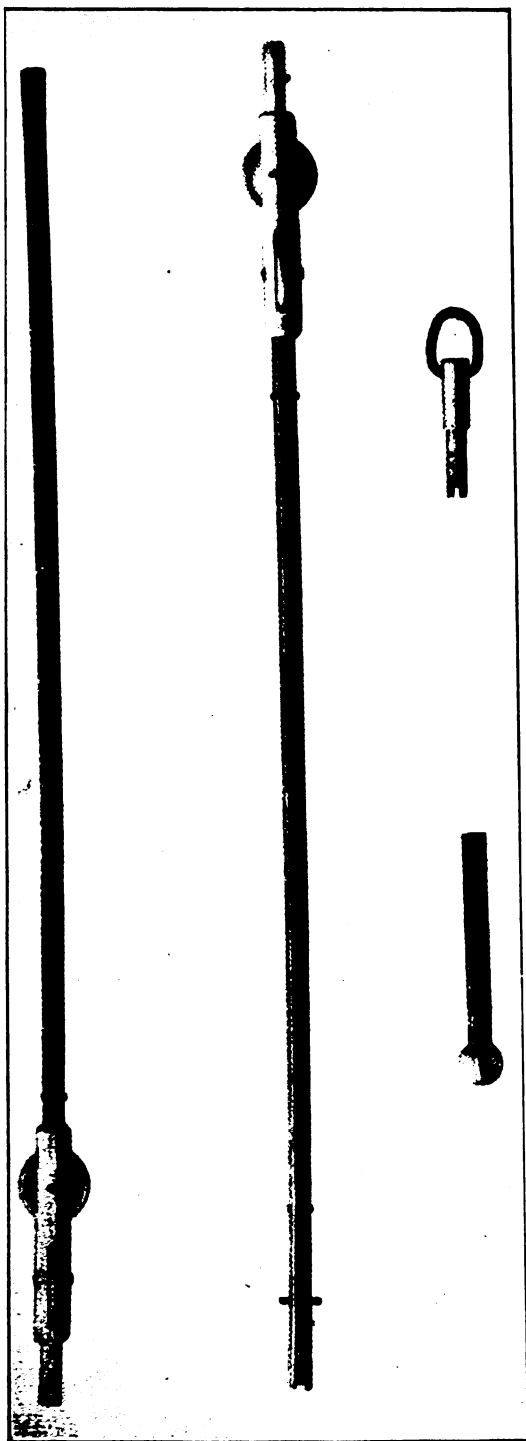


Fig. 3. — Aiguille à roulement.

3^o Aiguilles en bois. — Ces aiguilles n'ont guère été utilisées en France. Elles sont par contre réglementaires dans beaucoup d'administrations étrangères. Il ne semble pas qu'elles soient d'un bien meilleur rendement que les aiguilles décrites au 2^e paragraphe. Le bois est de plus assez fragile et résiste mal au flambage. Elles sont, par contre, plus légères que les aiguilles du type 2. Certaines administrations étrangères, pour obvier aux inconvénients de ces aiguilles, ont imaginé un système d'agrafage au centre de la section, ce qui permet de ne pousser qu'une demi-section et d'agrafer les deux éléments poussés en sens inverse au milieu de la section. Ce dispositif paraît assez aléatoire et ne peut être considéré que comme un palliatif, qui démontre bien la difficulté d'emploi du système.

4^o Aiguille à roulement. — Les aiguilles décrites aux paragraphes 1, 2 et 3 progressent toutes par frottement. L'aiguille décrite par les dessins des figures 1 et 2 et la photographie de la figure 3 progresse par roulement. Cette aiguille est composée par des éléments de 1^m,50 en tube d'acier, très rigides, de 21 /25 millimètres, se raccordant les uns aux autres par des emboîtures automatiques, à baïonnette, d'un maniement très rapide et assurant un verrouillage absolu. Chaque élément porte, vers l'emboîture, un chariot d'aluminium sur lequel sont placés deux galets à 90°, également en aluminium. Etant donné la disposition des galets, l'aiguille roule indifféremment dans toutes les positions et les réactions des parois du tuyau sont sensiblement contenues dans le plan des galets, ce qui fait que le véhicule ainsi constitué roule dans des conditions rationnelles.

L'axe de l'aiguille reste toujours à une distance constante de l'axe du tuyau, et à quelques millimètres seulement de celui-ci, ce qui permet la saillie importante et commode des ergots de déagrafage libérant le mécanisme de rotation de la baïonnette, qui ne peuvent jamais toucher les parois de la conduite. La conicité de l'emboîture femelle de la baïonnette permet l'écart angulaire des éléments consécutifs, ce qui rend possible l'inscription de l'aiguille dans une courbe très faible de rayon. L'aiguille roule normalement

dans une courbe, car les galets se trouvent au sommet de la ligne brisée formée par l'aiguille. Il est à remarquer que cette aiguille, qui roule et ne glisse pas, ne peut aucunement, à l'inverse des autres systèmes, endommager les parois du tuyau.

Etant donné le très faible effort nécessaire pour faire progresser cette aiguille (effort maximum de 15 à 16 kilos pour une section de 150 mètres) et le raccordement instantané des éléments, un seul ouvrier arrive facilement et sans fatigue à pousser 150 mètres d'aiguille en 10 minutes.

Il est possible d'effectuer, dans ces conditions, des passages d'aiguille sur des sections beaucoup plus longues et atteignant même 300 à 400 mètres (1). Il est à remarquer que ce matériel, en service courant, notamment à Paris et à Lyon, ne paraît pas plus délicat que les autres systèmes, et qu'il fonctionne dans des conditions tout à fait satisfaisantes, même dans des conduites envahies. Le Comité technique, dans sa séance du 5 mai 1927, a émis un avis favorable à la généralisation de l'emploi de ce système d'aiguilles.

1. Ce système d'aiguille permet d'amener directement le câble d'acier amarré à l'aiguille et permet ainsi la suppression de l'emploi du fil pilote et de la corde.

ORGANISATION DE L'INDUSTRIE DES ISOLANTS MOULÉS EN ALLEMAGNE. (1)

En octobre-novembre 1927, s'est tenue à Berlin une conférence-exposition des matières premières, dont le but était le suivant. Les organisateurs se proposaient de faire connaître d'une part les matériaux divers que les producteurs allemands peuvent mettre à l'heure actuelle à la disposition des consommateurs ainsi que les possibilités d'utilisation de ces matériaux, et d'autre part les différentes épreuves à faire subir à ces derniers pour mesurer ou contrôler leurs propriétés. L'Allemagne, qui avait connu, pendant la guerre et au lendemain de la guerre, le règne des succédanés, éprouvait sans doute, plus que tout autre pays, le besoin de consolider le prestige de son industrie par une semblable manifestation : et c'est peut-être dans le domaine des matériaux isolants que cette nécessité se faisait sentir de la façon la plus caractéristique, en raison du nombre considérable des matériaux isolants nouveaux venus sur le marché, et du nombre plus considérable encore de leurs appellations.

Nous nous proposons d'examiner dans quelles conditions s'est poursuivie l'organisation de l'industrie allemande des isolants moulés et comment a été institué le régime de contrôle officiel de fabrication actuellement en vigueur.

Pendant longtemps, les différents isolants ne furent caractérisés que par des mesures de rigidité diélectrique, effectuées dans des conditions plus ou moins précises. En fait, pour la grande majorité des applications, cette qualité de la matière est de peu d'importance ; aussi le V.D.E. (Verband deutscher Electrotechniker) prit-il, dès 1912, l'initiative d'une étude d'ensemble en collaboration avec les laboratoires d'essais (Staatliches Materialprüfungsamt

1. Extrait du rapport de mission de MM. Hanfl, Moine et Bigorgne, ingénieurs des Postes et Télégraphes (Berlin, novembre 1927).

et Physikalisch-technische Reichsanstalt). Le but de cette étude était d'une part de rechercher les qualités des matières isolantes qui jouent un rôle important dans les applications courantes, et d'autre part de fixer les méthodes d'essais. Des essais sur éprouvettes (essais physiques, chimiques, mécaniques, électriques) furent effectués sur un grand nombre de matériaux divers : il fut reconnu que, seuls, quelques-uns de ces essais correspondent aux conditions réelles d'emploi, et la Commission des isolants du V.D.E. établit en 1921 (*E.T.Z.*, Heft 19, 12 mai 1921) un programme réduit d'essais des matériaux isolants, valable pour toutes les applications où les tensions mises en jeu ne dépassent pas 750 volts (à l'exclusion des applications spéciales, pour lesquelles des essais supplémentaires peuvent être demandés).

Ce programme comprend :

A. Des essais mécaniques et thermiques :

1. Essai de résistance à la flexion,
2. Essai de résistance au choc par flexion,
3. Essai de dureté à la bille,
4. Essai de résistance à la chaleur,
5. Essai de combustibilité ;

B. Des essais électriques :

1. Essai de résistance superficielle,
2. Essai de résistance transversale,
3. Essai de résistance à l'arc.

L'exécution du programme exige :

A. 30 barreaux parallélipédiques de $15 \times 10 \times 120^{\text{mm}}$;

B. 12 plaques parallélipédiques de $10 \times 120 \times 150^{\text{mm}}$.

Les méthodes employées pour ces différents essais sont précisées dans tous leurs détails, et certains des appareils sont normalisés (appareil normal de Martens pour l'essai de résistance à la chaleur ; électrodes normales pour les essais de résistance superficielle). L'hygrométrie de la matière est appréciée d'une manière indirecte (d'ailleurs avec une grande sensibilité) par l'essai de résistance superficielle (mesurée après immersion). De même, la résistance à l'acide sulfurique étendu et la résistance à la vapeur d'ammoniaque sont vérifiées par des mesures de résistance superficielle

après attaque de l'isolant par ces réactifs. On met enfin en évidence l'action du froid et des huiles en procédant à des essais de fragilité et de résistance à la flexion après avoir exposé la matière à l'action de ces agents.

Au cours des années qui suivirent la publication de ce programme, on profita de l'expérience acquise pour perfectionner les procédés et le matériel d'essais. C'est ainsi que la capacité du mouton pendule normal de 150 kg $\times$ cm (qui convenait pour les essais sur les matières à base de papier comprimé) fut reconnue trop forte et qu'on eut recours à un pendule à deux sensibilités : 10/40 kg $\times$ cm. De même, le mode opératoire pour l'essai de combustibilité au bec Bunsen fut modifié. Les prescriptions du V.D.E. ainsi remaniées furent publiées en 1924 (*Sonderdruck V.D.E.* 318) et étaient encore en vigueur au début de 1927.

Ainsi, dès 1924, le choix des essais et la spécification des méthodes sont un fait accompli. Mais ce n'est là qu'une première étape, car l'embarras du consommateur, en face de la multitude des produits isolants qui lui sont offerts, n'est en rien diminué. La tâche propre du consommateur (pour mieux dire, de l'industriel qui utilise des pièces moulées pour la fabrication de son appareillage) consiste à déterminer d'une façon précise ses propres besoins : le constructeur de matériel téléphonique doit, par exemple, déterminer la nature des chocs auxquels se trouve exposé en pratique un manche de combiné de poste téléphonique, ainsi que l'ordre de grandeur de l'isolement électrique que doit garantir, entre conducteurs, cette partie de l'appareil. Ces besoins étant connus, le consommateur peut évidemment rédiger un cahier des charges spécial pour sa fourniture particulière. Cette précaution devient inutile si l'on a pu établir une classification générale des isolants, basée sur les propriétés de ces derniers, et si le consommateur peut prévoir d'emblée qu'il doit utiliser des pièces moulées fabriquées avec une matière appartenant à une classe déterminée de cette classification.

Ce travail de classification fut effectué par l'Union technique des fabricants d'isolants (*Technische Vereinigung von Fabrikanten gummifreien Isolierstoffe*), fondée par un groupe d'industriels

appartenant au Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie à la suite d'un accord conclu avec le Staatlicher Materialprüfungsamt.

Cette classification (s'appliquant aux isolants fabriqués à la presse et ne renfermant pas de caoutchouc) est la suivante :

CLASSE.	TEMPÉRATURE de déformation (degrés centigrades).	CHARGE DE RUPTURE par flexion (contrainte dans la fibre la plus fatiguée) (kg/cmq).
1	supérieure à 150	supérieure à 500
2	» 150	de 350 à 500
3	» 150	de 200 à 350
4	» 150	de 150 à 200
5	» 150	inférieure à 150
6	100 à 150	supérieure à 350
7	65 à 100	» 250
8	45 à 65	» 125
9	inférieure à 45	» 125
10	isolants résistant à l'arc	

Dans un but de simplification, on a retenu seulement, comme base de cette classification, deux qualités de la matière : la température de déformation et la charge de rupture par flexion. La classification ayant été établie, il convenait d'y faire entrer les matières isolantes fabriquées par les différentes firmes, en les soumettant d'une manière courante au contrôle du Bureau des essais. Ce contrôle est organisé de la façon suivante : le Bureau fait confectionner des échantillons avec chacune des matières isolantes fabriquées par chacun des industriels adhérant à l'Union technique, et les résultats des essais exécutés sur ces échantillons permettent de ranger la matière dans l'une des cases de la classification ; les pièces moulées, fabriquées à l'aide de cette matière, portent une marque de garantie, avec deux indicatifs caractérisant d'une part le fabricant, d'autre part la classe à laquelle appartient la matière isolante. Le Bureau d'essais procède plusieurs fois par an à des

prélèvements d'échantillons pour vérifier que les matières conservent leurs qualités initiales. Lorsque ces essais de contrôle ne sont pas satisfaisants, des sanctions sont appliquées. Le V.D.E. a donné en 1924 une consécration à ce contrôle en décidant d'apposer sa propre marque de qualité seulement sur le matériel d'appareillage dont les pièces isolantes portent la marque de garantie de l'Union technique.

Le bureau des essais publie périodiquement (*E.T.Z.*) une nomenclature des matières isolantes fabriquées par les membres de l'Union en indiquant, en regard du nom de chaque matière, la classe à laquelle cette matière appartient. La tâche du consommateur qui doit, pour une application déterminée, choisir une matière isolante, se trouve de la sorte considérablement simplifiée. Une autre très heureuse conséquence de cette organisation est la suivante : les fabricants de matières isolantes ont pris l'habitude de contrôler leur fabrication par des essais systématiques, et cela a conduit à une amélioration de la qualité moyenne des produits.

Telle est, en Allemagne, l'organisation actuelle de l'industrie des isolants moulés (plus exactement, des matériaux isolants, autres que les matières céramiques, fabriqués à la presse et ne renfermant pas de caoutchouc) utilisés dans le domaine des courants industriels à basse tension. La classification en vigueur est d'ailleurs sur le point d'être modifiée : cette première classification est basée sur le principe d'une variation continue de chacune des deux propriétés fondamentales (température de ramollissement et charge de rupture par flexion). Or il est apparu à l'usage que, dans certaines cases de cette classification, aucun produit isolant existant ne trouve sa place. D'autre part, pour certaines applications (pour celles, par exemple, où l'isolant doit vraiment avoir des propriétés d'isolant électrique), les matières sont caractérisées de manière tout à fait insuffisante par les deux propriétés de base. Enfin, la technique des essais ayant fait de notables progrès, il est devenu possible de définir certaines qualités importantes de la matière, dont la mesure était jusque là imprécise. On a proposé, à l'occasion de la conférence-exposition des matériaux de Berlin. (Sommerfeld, *Isolierpressmassen für die Electrotechnik*, dans *E.T.Z.*, Heft 44,

1927), d'abandonner la classification en vigueur et de définir un certain nombre de types d'isolants, caractérisés chacun par cinq propriétés, à savoir :

- a) température de déformation,
- b) charge de rupture par flexion,
- c) énergie absorbée dans la rupture par choc (mesurée par un essai au mouton pendule de capacité $10/40 \text{ kg} \times \text{cm}$; la distance des appuis est de 7 centimètres),
- d) résistance au contact des corps portés au rouge (coefficient),
- e) résistance électrique superficielle après immersion (résistance mesurée entre deux arêtes conductrices parallèles, longues de 10 centimètres et distantes d'un centimètre, placées à la surface d'une plaque échantillon ; tension constante d'essai : 1000 volts).

La définition des différents types est schématisée dans le tableau suivant :

TYPE.	TEMPÉRATURE de déformation (degrés centigrades).	CHARGE de rupture par flexion (contrainte maximum) (kg/cmq).	ÉNERGIE absorbée dans la rupture par choc (val. minimum) (kgcm/cmq).	RÉSISTANCE au contact des corps portés au rouge (coefficient).	RÉSISTANCE superficielle après 24 heures d'immersion (méthode normale du V.D.E.).
0	125 à 150	sup. à 500	4	2	supérieure à 10 ⁸ ohms.
1	sup. à 150	sup. à 500	3,5	4	
2	sup. à 150	350 à 500	2	4	
3	sup. à 150	200 à 350	1,75	4	
4	sup. à 200	150 à 200	1,25	4	
7	65 à 100	sup. à 250	1,5	1	
8	45 à 65	sup. à 150	1	2	
X	sup. à 150	sup. à 150	1,5	5	

La température de déformation, qui était, jusqu'ici, normalement mesurée avec l'appareil de Martens, pourra désormais être déterminée avec l'appareil à aiguille de Vicat (V.D.E. 318 a, juillet 1927 : l'appareil de Vicat permet d'opérer sur des pièces de forme quelconque). L'essai de combustibilité au bec Bunsen figurant

dans les prescriptions du V.D.E. va être abandonné en raison de son imprécision : on procède actuellement à la mise au point de méthodes tout à fait différentes, qui correspondent mieux aux conditions d'emploi des matériaux. Les appareils utilisés pour appliquer ces méthodes nouvelles étaient visibles en fonctionnement à l'exposition de Berlin : dans un premier essai, l'échantillon vient, dans des conditions déterminées, en contact avec un corps incandescent, tige cylindrique de substance réfractaire, portée par un courant électrique à une température déterminée ; l'inflammabilité est appréciée d'après le temps que met l'échantillon à s'enflammer, la combustibilité d'après la perte de poids qu'il subit en un temps donné (ce sont ces deux éléments qui déterminent le coefficient de qualité figurant à l'avant-dernière colonne du tableau précédent) ; dans un autre essai, l'échantillon est exposé, dans des conditions déterminées, à des arcs électriques successifs, jaillissant à des intervalles réguliers dans son voisinage immédiat ; l'inflammabilité est appréciée d'après le nombre d'arcs que peut supporter l'échantillon sans prendre feu.

Il va sans dire que, lorsque l'Union technique et le V.D.E. auront, très prochainement, ratifié la substitution des nouveaux types aux anciennes classes, le système de contrôle de la fabrication, adapté aux nouvelles conditions, demeurera en vigueur.

Le choix de l'isolant à employer pour la fabrication d'une pièce d'appareillage sera encore plus aisé lorsqu'il aura été possible de réunir des renseignements précis sur la façon dont les différentes matières se comportent, en pratique, dans les diverses applications les plus courantes ; les laboratoires d'essais de certaines firmes d'appareillage possèdent d'ores et déjà sur ce point une expérience qui leur permet de guider leur choix avec sécurité ; M. Sommerfeld (*loc. cit.*) conseille, par exemple, d'utiliser, pour les applications suivantes, des isolants appartenant aux types indiqués en regard :

Boîtiers d'interrupteurs	7,
Douilles	3,
Montures de lampes portatives.....	4.

L'Union technique et le V.D.E. envisagent la publication prochaine de directives analogues.

Les classifications reproduites plus haut sont basées sur les résultats d'essais sur éprouvettes et s'appliquent aux matières premières. Mais, si le choix d'une matière première de qualité est de première importance, il ne suffit pas à garantir que les pièces moulées fabriquées à l'aide de cette matière se comporteront bien en service courant ; il faut aussi que le fabricant apporte à la confection de ces pièces le même soin qu'à la confection des éprouvettes ; il faut enfin que les formes données aux pièces finies soient étudiées d'après leur destination, en tenant compte, par exemple, des efforts ou des chocs auxquels elles seront exposées. Sitôt après avoir édicté des prescriptions pour l'essai des matières isolantes elles-mêmes, le V.D.E. a senti la nécessité de normaliser aussi les méthodes d'essais sur pièces finies, dans des directives (Entwurf. V.D.E. 315.) parues en janvier 1925, qui s'appliquent notamment aux interrupteurs, organes de protection, douilles, supports de lampes, etc... Les directives visent des essais d'absorption d'eau, de fragilité, de résistance à la chaleur. Une grande difficulté consiste à établir des appareils d'essai convenant quelle que soit la forme des pièces : le V.D.E. s'est attaché à recommander des appareils très simples ; les recherches se poursuivent à l'heure actuelle : l'appareil à aiguille de Vicat, qui permet d'opérer sur des pièces de forme quelconque, voire sur de simples débris de matière, rend possibles d'intéressantes comparaisons entre les températures de ramollissement obtenues sur échantillons d'une part et sur pièces finies d'autre part. Ces essais sur pièces finies, suivis par les laboratoires qualifiés, permettront, un jour prochain, au V.D.E. de donner aux constructeurs des directives non seulement sur le choix de la matière première à utiliser pour une application déterminée, mais encore sur le choix de la forme à adopter pour les pièces moulées correspondantes. Ainsi se trouvera complété le remarquable effort d'organisation dont nous venons de suivre le développement.

L'INTRODUCTION DE L'AUTOMATIQUE DANS LES BUREAUX TÉLÉPHONIQUES DE BERLIN ET DE SA BANLIEUE. (1)

SOMMAIRE.

- A. Développement antérieur de l'automatique à Berlin :**
 - 1. Zehlendorf ;
 - 2. Spandau ;
 - 3. Lichterfelde, Wannsee, Breitenbach.
- B. Principes de la constitution du réseau dans son état définitif :**
 - 1. Le système à un million de lignes ;
 - 2. Le groupement de 10.000 lignes ;
 - 3. Le district ;
 - 4. Division du réseau local en neuf districts ;
 - 5. Désignation des lignes ;
 - 6. Organisation du service téléphonique dans le réseau de « Grand Berlin » ;
 - 7. Disposition des organes de sélection et du réseau des lignes dans l'état définitif.
- C. Etat actuel :**
 - 1. Considérations générales ;
 - 2. Passage du manuel à l'automatique ;
 - 3. Mode d'exploitation actuel ;
 - 4. Types d'organes utilisés ;
 - 5. Schémas des organes automatiques ;
 - 6. Schémas utilisés pour la liaison avec les bureaux manuels.
- D. Liaison avec les postes de service.**
- E. Services spéciaux :**
 - 1. Annotatrices, trafic direct, appel en cas de danger ;
 - 2. Télégrammes téléphonés.
- F. Conclusions. Programme des prochaines transformations.**

Le 23 avril 1927 a été la date du premier pas important fait dans la voie de l'introduction de l'automatique dans le réseau de l'agglomération berlinoise. Ce jour-là, on a mis en service les neuf bureaux nodaux qui sont la base du mode d'exploitation automa-

1. Extrait d'un article de M. Raettig, directeur des Télégraphes à Berlin, paru dans la *Telegraphen- und Fernsprechtechnik* : année 1927, n° 8.

tique futur. Nous voyons dès maintenant l'ossature du réseau automatique de Berlin, et il ne reste plus qu'à y placer successivement les différents bureaux automatiques, comme on apporte une à une les pierres nécessaires à l'achèvement d'un édifice. C'est donc bien le moment de faire connaître les principes du futur réseau automatique de Berlin et de donner des indications tant sur les travaux exécutés que sur ceux qu'il reste à entreprendre. Bien entendu, les dispositions nécessaires pour réaliser la liaison entre bureaux automatiques et manuels tiennent une grande place dans ces travaux.

La question du système automatique à adopter a été résolue bien avant le commencement de la transformation de Berlin ; on s'est basé sur l'expérience acquise par l'administration allemande pour choisir le système pas à pas purement décimal, avec sélecteurs à mouvements d'ascension et de rotation et sans enregistreur ni traducteur (1).

A. DÉVELOPPEMENT ANTÉRIEUR DE L'AUTOMATIQUE A BERLIN.

1. Zehlendorf. — Avant d'entrer dans le détail de l'exploitation téléphonique actuelle à Berlin, il est bon de faire un retour en arrière sur les étapes déjà franchies. Le premier pas dans la voie de la transformation du réseau de l'agglomération berlinoise en automatique date de 1922. Cette année-là, on transforma le bureau à batterie locale de Zehlendorf, localité de la banlieue sud-ouest de Berlin, en bureau automatique. Ce nouveau bureau avait une capacité de 2.400 lignes. Les plans de l'organisation future du réseau de l'agglomération berlinoise n'étaient pas alors suffisamment arrêtés dans le détail pour que l'on pût en tenir compte dès ce moment-là pour la construction du bureau de Zehlendorf ; d'ailleurs, tant au point de vue de l'exploitation qu'au point de vue économique, il eût été désavantageux de réaliser plusieurs années à l'avance les installations nécessaires pour le réseau projeté d'un million de lignes. C'est pourquoi le bureau automatique de Zehlen-

1. Voy. aussi l'article de A. KRUCKOW, *T.F.T.*, 1924, n° 5, p. 53. A titre documentaire, notons qu'à l'heure actuelle 70 % des abonnés utilisant l'automatique sont reliés à des bureaux Strowger sans enregistreur ni traducteur.

dorf fut réalisé en bureau autonome du système de 10.000 lignes (à 4 étages de sélection), dont tout le trafic intérieur s'écoulait de façon entièrement automatique, tandis que le trafic à destination d'autres bureaux transitait manuellement par un bureau auxiliaire. L'introduction de l'automatique à Zehlendorf fut surtout décidée à cause du désir de l'administration allemande de faire l'essai, dans un bureau voisin de l'administration centrale, du système S 22 (système à 2 fils, le fil « a » sert à l'envoi des impulsions, le fil « b » à la commutation ; connecteurs avec commutateurs aiguilleurs), qui venait d'être mis au point. Les schémas ayant été publiés et décrits

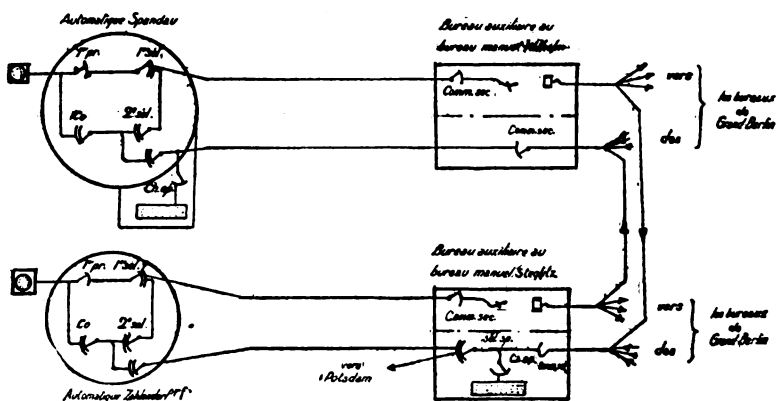


Fig. 1. — État antérieur : Zehlendorf, Spandau.

dans l'annexe 16 à la *Description des appareils* (édition 1924), nous pouvons nous dispenser de donner des détails techniques sur cette installation.

Le trafic de Zehlendorf vers les autres bureaux du réseau de Berlin s'écoulait de la façon suivante. Le dixième niveau des premiers sélecteurs était relié à un nombre convenable de lignes auxiliaires à travers des commutateurs secondaires de ligne, et ces lignes auxiliaires aboutissaient à des positions de départ d'un bureau manuel, désigné sous le nom de bureau auxiliaire, à Steglitz (fig. 1). Pour les communications allant au delà de Steglitz, on utilisait les lignes auxiliaires allant de Steglitz à tous les autres bureaux du réseau de Berlin, aux annotatrices, etc... Un abonné du bureau

automatique de Zehlendorf, pour appeler un abonné d'un autre bureau, n'avait qu'à faire le 0 avec son cadran ; il était ainsi relié, par une ligne auxiliaire et un commutateur secondaire de ligne, à un monocrorde d'une position de départ de Steglitz, où une opératrice recevait sa demande et, sur sa réponse, le reliait de la manière ordinaire au bureau demandé. La communication était surveillée à la position de départ de Steglitz, selon le procédé habituel des bureaux manuels, au moyen de deux lampes, dont l'une servait de lampe d'appel et de fin pour l'abonné automatique, l'autre de lampe de supervision pour l'abonné manuel appelé. Pour permettre de comparer avec le mode d'exploitation actuel, mentionnons que le comptage des communications avait lieu par enfoncement d'un bouton à la position de départ ; comme, d'après les prescriptions en vigueur, le bouton de comptage ne devait être enfoncé qu'en fin de conversation, c'est-à-dire après apparition des signaux de fin consécutifs au raccrochage des récepteurs, la communication provenant du bureau automatique ne pouvait être coupée aussitôt après le raccrochage du demandeur, mais restait bloquée jusqu'à ce que l'opératrice de départ eût appuyé sur le bouton de comptage, ou bien (s'il n'y avait pas lieu à comptage) eût retiré la fiche.

Notons encore que, pour assurer une meilleure répartition du trafic aux positions de départ de Steglitz, celles-ci étaient automatiquement verrouillées lorsqu'elles avaient simultanément trois appels en instance.

Pour écouler le trafic des bureaux manuels de Berlin vers Zehlendorf, on utilisait au départ des positions A de chaque bureau manuel, un faisceau de lignes auxiliaires, qui parvenaient, à travers des commutateurs secondaires de ligne, à des sélecteurs installés à Steglitz et dont un niveau (le deuxième) était relié aux lignes auxiliaires vers Zehlendorf. Ces sélecteurs spéciaux écoulaient en outre le trafic de Berlin vers l'automatique de Potsdam, trafic pour lequel on utilisait à Steglitz le même envoyeur (voy. plus bas). En dérivation sur chacun de ces sélecteurs spéciaux, se trouvait un chercheur d'opératrice, qui reliait le demandeur à une opératrice semi-B munie d'un clavier. Cette opératrice recevait la demande de l'abonné manuel, puis établissait la communication à travers

les sélecteurs spéciaux de Steglitz et les organes automatiques de Zehlendorf, de la manière ordinaire. La communication était surveillée de la position A manuelle au moyen des 2 lampes de supervision habituelles.

2. Spandau. — L'installation automatique de Zehlendorf avait été réalisée par la Société Siemens et Halske.

Le bureau de Spandau, qui fut mis en service en septembre 1926, comprit au début 4 étages de sélection comme Zehlendorf ; le trafic intérieur s'écoulait d'une façon entièrement automatique, tandis que le trafic vers les autres bureaux de Berlin passait par un bureau auxiliaire. Les opératrices desservant les appels émanant de Spandau vers les autres bureaux de l'agglomération berlinoise étaient au bureau manuel de Wilhelm (à Charlottenburg), les positions semi-B avec clavier, par contre, étaient à Spandau même. Pour le reste, tout ce qui a été dit précédemment au sujet de l'exploitation de Zehlendorf s'applique également à Spandau.

On n'avait pas prévu de possibilité de liaison entièrement automatique entre les abonnés de Zehlendorf d'une part et ceux de Spandau d'autre part, pour la raison suivante : les abonnés de ces deux bureaux n'étant pas très familiarisés avec l'exploitation automatique, il convenait de leur donner des indications aussi uniformes que possible pour l'usage de leur poste, et, si l'on avait envisagé une liaison automatique directe entre Zehlendorf et Spandau, il aurait fallu leur donner des indications spéciales. Par conséquent, lorsque les abonnés demandaient un abonné d'un autre bureau, ils devaient dans tous les cas faire le 0. Si un abonné de Zehlendorf demandait une communication avec Spandau, l'opératrice de départ de Steglitz le reliait à l'opératrice semi-B de Spandau, qui achevait la mise en communication en utilisant les organes automatiques de Spandau.

3. Lichterfelde, Wannsee, Breitenbach. — Pendant ce temps, l'étude des plans relatifs à la physionomie définitive du réseau de Berlin se trouvait suffisamment avancée pour qu'il fût possible d'en tenir compte dans l'installation des autres bureaux

automatiques. Comme on prévoyait pour Berlin un système pour un million de lignes, les bureaux automatiques équipés par la suite le furent immédiatement dans le système à 6 étages de sélection : ce fut le cas des bureaux de Lichterfelde, Wannsee et Breitenbach, tous reliés au sud-ouest de la banlieue berlinoise, et que l'on mit en service le 21 août 1926. Le bureau de Lichterfelde (5.800 lignes) (1)

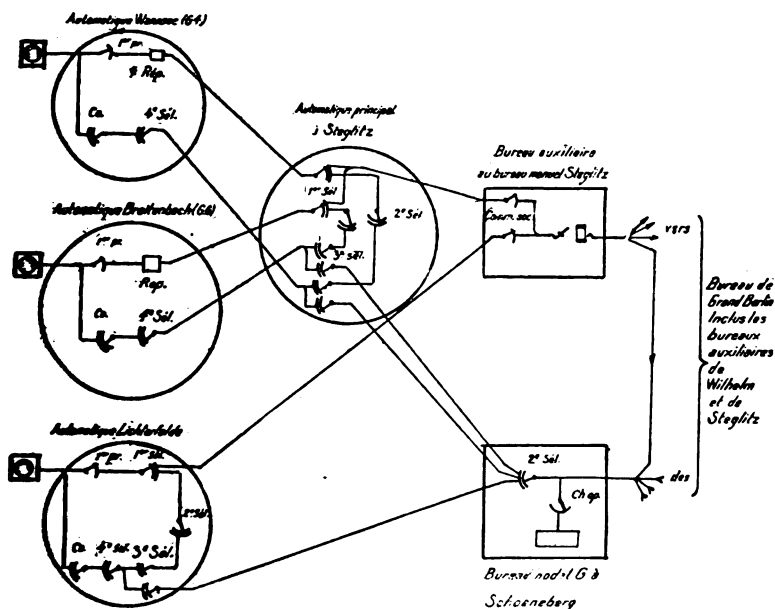


Fig. 2. — État antérieur : Lichterfelde, Wannsee, Breitenbach.

remplaça le bureau à batterie locale de Lichterfelde ; celui de Wannsee (1.600 lignes), le bureau à batterie locale de Wannsee, tandis que le bureau de Breitenbach (2.000 lignes) était un bureau nouveau qui reçut une partie des abonnés primitivement reliés au bureau à batterie locale de Lichterfelde. On donnera plus tard autant de détails qu'il faudra sur les dispositions techniques de ces bureaux ; signalons seulement, dans ce raccourci, que le trafic de ceux-ci vers les autres bureaux de l'agglomération

1. Les nombres entre parenthèses indiquent le nombre d'abonnés de l'installation primitive.

berlinoise s'écoulait aussi manuellement, grâce à des installations auxiliaires. Les positions de départ, chargées d'écouler le trafic de ces trois bureaux vers Berlin, étaient placées, comme celles de Zehlendorf, au bureau manuel de Steglitz, tandis que les positions semi-B pour le trafic de Berlin vers ce bureau étaient placées, vu l'emplacement définitif prévu pour les bureaux nodaux, au bureau de Berlin-Schöneberg (fig. 2). Le mode d'exploitation appliqué dans ces bureaux automatiques était semblable à celui des bureaux de Zehlendorf et Spandau. A l'intérieur de ces centraux, les communications étaient entièrement automatiques (avec 6 étages de sélection), tandis que les communications avec les autres bureaux de Berlin s'obtenaient en passant par le dixième niveau des premiers sélecteurs (atteint au moyen du chiffre 0). Il eût été techniquement possible d'écouler de façon entièrement automatique les communications entre ces nouveaux bureaux ; mais, pour conserver une exploitation aussi uniforme que possible, on ne le fit pas au début. Bien plus, le trafic entre Lichterfelde et Wannsee, par exemple, passait par les positions de départ de Steglitz et les positions semi-B de Schöneberg.

Signalons encore comme détail technique que, à titre d'essai, on n'équipa pas les positions de départ de Steglitz avec un dispositif de verrouillage limitant le nombre d'appels en instance sur une position. Les communications aboutissaient, contrairement au dispositif installé à Zehlendorf (voy. page 223), sans répartition sur les dicordes et les positions. Il n'en est résulté aucune difficulté ; cet essai montrait surtout que, par la réalisation judicieuse d'un plan de brassage bien conçu, il était possible, sans autre artifice, de réaliser une répartition égale du trafic sur les différentes positions, résultat de grande importance pour l'organisation future du trafic dans le sens automatique vers manuel.

B. PRINCIPES DE LA CONSTITUTION DU RÉSEAU DANS SON ÉTAT DÉFINITIF.

1. Le système à un million de lignes. — Dans les exposés précédents, on a décrit la situation avant la mise en service des

bureaux nodaux. Avant d'arriver à la transformation elle-même ainsi qu'aux particularités techniques ou d'exploitation du trafic actuel, il faut d'abord préciser les principes de la constitution du nouveau réseau urbain de Berlin et de sa banlieue. Il est avantageux à cet égard de partir de la situation définitive, c'est-à-dire de celle qui existera après suppression de la dernière ligne d'abonné desservie par un bureau manuel.

Le réseau local de Berlin et de sa banlieue (Grand-Berlin) comporte actuellement 46 centraux téléphoniques, desservant au total 254.000 lignes principales. Par suite, seul le système à 1 million de lignes pouvait être envisagé pour Berlin. La constitution du système automatique est rendue extraordinairement simple par l'emploi du sélecteur à 100 points à mouvements d'ascension et de rotation : parmi les sélecteurs mis successivement en circuit et tous de construction absolument analogue, le premier (premier sélecteur de groupe) sélectionne le groupe de 100.000 lignes d'ésiré ; le second (deuxième sélecteur de groupe) sélectionne le groupe de 10.000 ; le troisième (troisième sélecteur de groupe) sélectionne le groupe de 1.000 ; le quatrième (quatrième sélecteur de groupe) le groupe de 100, tandis que finalement le cinquième (connecteur), par deux sélections numériques successives sur les dizaines et sur les unités, se place sur la ligne d'abonné ayant le numéro demandé. Le cadran d'appel manœuvré par l'abonné demandeur commande directement les différentes sélections successives dans l'ordre énoncé ci-dessus ; il doit donc, pour chaque communication, être mis en mouvement six fois de suite.

2. Le groupement unitaire de 10.000 lignes. — Comme l'a montré l'expérience acquise depuis longtemps dans les bureaux manuels à batterie centrale, il y a intérêt à limiter aux environs de 10.000 lignes la capacité d'un bureau central téléphonique. Le groupement de 10.000 lignes dans le même bureau est par suite la règle dans le réseau urbain de Berlin et de sa banlieue exploité manuellement. Cette situation était particulièrement favorable pour l'introduction de l'exploitation automatique, puisque le groupement unitaire de 10.000 abonnés se prête d'une façon pleinement

heureuse au système décimal des sélecteurs pas à pas. Ainsi, dans le réseau automatique futur de Berlin et de sa banlieue, le bureau central de 10.000 lignes constitue encore le bureau unité. La question des immeubles destinés à abriter les centraux n'en dépend en aucune manière. C'est ainsi par exemple que, dans le centre de la ville, où la densité des abonnés est extraordinairement élevée, on abrite dans un seul et même bâtiment plusieurs bureaux automatiques de 10.000 lignes chacun. D'autre part, dans les districts périphériques, où la densité des abonnés est faible, il arrive souvent qu'étant donnée l'économie qu'on réalise sur la longueur des lignes d'abonnés il y a intérêt à séparer les groupes d'abonnés du même bureau au point de vue des bâtiments et à loger séparément les différentes parties (par exemple, des groupes de 1.000 lignes) d'un poste central divisé. De telles portions d'un bureau unitaire, lorsqu'elles ne renferment pas toutes les catégories de sélecteurs, sont désignées dans le langage technique sous le nom de *bureau auxiliaire* ou *satellite*. C'est ainsi, par exemple, que le poste central de Zehlendorf est réuni à celui de Wannsee pour former un même groupe unitaire de 10.000 lignes. De même, il peut être également avantageux dans certains cas exceptionnels, de séparer d'un bureau auxiliaire, qui par exemple comporte quelques milliers de lignes, une portion (par exemple, quelques centaines) de lignes et de les loger séparément comme des avants-postes, quand on peut de ce fait réaliser une économie de lignes. De telles situations se présentent, par exemple, pour l'agglomération du Cladow, qui, bien qu'elle appartienne, au point de vue municipal, au Grand-Berlin, est cependant séparée géographiquement du reste de la ville par le large cours de la Havel. Ici, il ne serait pas économique d'amener l'ensemble des lignes des abonnés dont les postes sont situés à Cladow jusqu'au plus proche bureau, celui de Wannsee, au moyen de câbles sous-fluviaux. Cladow a donc son propre bureau auxiliaire à 200 lignes, dont l'équipement a été retranché d'un groupe de 1.000 du central de Wannsee.

Au demeurant, les principes de la division intérieure du réseau sont suffisamment connus pour qu'on puisse se dispenser ici d'une plus longue discussion. De quelque manière que le réseau doive

être divisé, le principe du futur réseau automatique s'appuie sur le groupement unitaire de 10.000 lignes ; c'est de là que nous partons toujours dans ce qui va suivre.

3. Le district. — Le central téléphonique unité comporte donc, en principe, tout au plus 10.000 numéros de lignes d'abonnés, savoir les numéros de 0000 à 9999. Les lignes d'abonnés ont donc des numéros à 4 chiffres. La sélection des numéros d'abonnés à l'intérieur du central commence par conséquent au troisième sélecteur de groupe, qui constitue en quelque sorte le premier sélecteur de groupe dans l'ensemble des lignes du bureau. Par suite de la division décimale des sélecteurs à mouvements d'ascension et de rotation, les groupes de lignes auxiliaires aboutissant à un même central sont assemblés par dix, c'est-à-dire qu'ils sont accessibles à travers un seul et même niveau des premiers sélecteurs, mais à travers les dix niveaux des deuxième sélecteurs qui sont connectés à ces derniers. Un tel groupe, comportant au maximum 10 centraux à 10.000, forme ce que l'on appelle un *district*. Le terme de district s'explique par le fait que, pour avoir un développement de câbles aussi correct que possible, on ne rassemble en un même groupe que des centraux à 10.000 qui soient voisins les uns des autres et dont le contingent de lignes d'abonnés forme par suite effectivement, dans son ensemble, un grand district téléphonique. Le premier sélecteur du district est un deuxième sélecteur de groupe ; il assure la sélection du bureau central désiré à l'intérieur du district et pourrait par suite recevoir le nom de *sélecteur de bureau*.

4. Division du réseau local en neuf districts. — Puisque le premier sélecteur possède à son tour dix niveaux, on pourrait envisager l'existence de dix districts dans l'ensemble du réseau urbain. Toutefois, d'après les règles uniformément observées dans l'administration allemande, un niveau des premiers sélecteurs de groupes (le dixième, en l'espèce) doit être réservé aux catégories spéciales de trafic (interurbain, trafic direct, etc...), si bien qu'il ne reste plus que neuf niveaux disponibles pour la sélection des districts. De là résulte la division du réseau en neuf districts, dont

chacun comporte au maximum dix centraux de 10.000 lignes (voy. les détails à la fin de l'article). La sélection du district est effectuée par le premier sélecteur de groupes qui, par suite, pourrait être appelé *sélecteur de districts*.

La configuration dans l'espace des districts est indiquée par la figure 3. Du fait que, ainsi qu'on l'a exposé plus haut, le nombre maximum de lignes d'abonnés dans chaque district est uniformément fixé à l'avance ; il en résulte évidemment que les districts du centre de la ville, qui ont un grand nombre d'abonnés, occupent sur le terrain la plus faible étendue.

5. Désignation des lignes d'abonnés. — D'après ce qu'on vient de voir, la sélection du numéro à quatre chiffres de la ligne

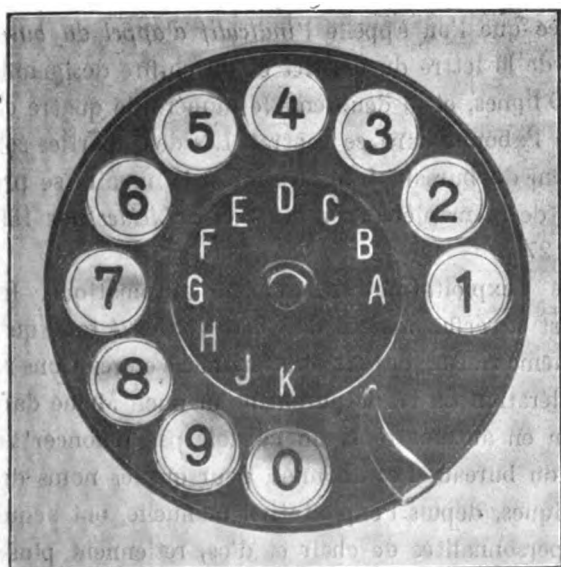


Fig. 4. — Cadran d'appel.

d'abonné doit être précédée de deux étapes de sélection successives : d'abord la sélection du district, puis celle du bureau à l'intérieur du district. A chaque unité de 10.000 abonnés, devrait donc correspondre un nombre de deux chiffres, dont le premier caracté-

riserait le district et le second l'unité de 10.000 abonnés. Mais l'expérience montre qu'il est difficile pour les abonnés de se souvenir des numéros téléphoniques comportant un grand nombre de chiffres (six chiffres pour Berlin). Le premier chiffre, qui caractérise le district a, par suite été remplacé par une lettre de l'alphabet mise à la même place. Les opérations techniques de l'établissement d'une communication n'en sont naturellement troublées en aucune manière.

Aux chiffres 1 à 0, correspondent les lettres A à K ; celles-ci sont inscrites sur la partie tournante du disque d'appel (fig. 4). De cette manière, les neuf districts sont désignés par les lettres A à J (fig. 3). De plus, pour aider la mémoire de l'abonné, les numéros de téléphone dans tous les documents officiels, en particulier dans l'annuaire, sont écrits en deux parties séparées, la première comportant ce que l'on appelle l'*indicatif d'appel du bureau*, qui se compose de la lettre du district et du chiffre désignant le central de 10.000 lignes, et la deuxième le numéro de quatre chiffres particulier à l'abonné dans ce central. Les deux parties sont séparées par le nom du bureau. L'inscription à l'annuaire se présente, par exemple, de la manière suivante : G 3 *Lichterfelde* 1355, ou C 7 *Spandau* 2783.

Dans l'exploitation entièrement automatique, le nom du bureau est superflu. Mais il doit être conservé tant qu'il subsiste, dans le même réseau, des centraux manuels en relations réciproques, en considération du trafic purement manuel. Même dans la transformation en automatique, on ne doit pas renoncer au maintien du nom du bureau. Les abonnés, pour qui les noms des centraux téléphoniques, depuis l'exploitation manuelle, ont acquis le caractère de personnalités de chair et d'os, retiennent plus facilement le nom du bureau que son indicatif d'appel, qui est abstrait et désigne en général, sous une forme ou sous une autre, l'emplacement du central plutôt que le nom du bureau. L'abonné n'a donc besoin d'avoir dans la mémoire que la désignation de la ligne d'abonné (« Neukölln 1732 »), qui lui est familière. La clé nécessaire pour sélectionner ce numéro lui est donnée par le répertoire des indicatifs d'appel annexé à chaque poste téléphonique sous la

Interurbain : K 0.		Par le TRAFIC DIRECT K 9, on peut atteindre :	
Police : K 1.		Birkenwerder	
Pompiers : K 2.		Erkner	
RENSEIGNEMENTS : indicatif du bureau lui-même suivi de 008; par exemple : renseignements de Breitenbach : G 6 008.		Oranienburg	CAPUTH
DÉRANGEMENTS : indicatif du bureau lui-même suivi de 007; par exemple : dérangements de Breitenbach : G 6 007.		Potsdam	REHBRUCKE.
		Schmöckwitz	
		Werder	

Adlershof	F 9	Jannowitz	F 7	Pankow	D 8
Alexander	E 4	Kaulsdorf	E 9	Pfalzburg	H 1
Andreas	E 8	Königstadt	E 3	Reinickendorf	D 9
Baerwald	F 6	Kupfergraben	E 2	Rheingau	H 3
Barbarossa	B 5	Kurfürst	B 1	<u>Spandau</u>	C 7
Bavaria	B 4	Lichtenberg	E 5	Steglitz	G 2
Bergmann	F 5	Lichtenrade	G 0	Steinplatz	C 1
Berolina	E 1	<u>Lichterfelde</u>	G 3	Stephan	G 1
Bismarck	J 1	Lützow	B 2	Südring	G 5
<u>Breitenbach</u> (1)	G 6	Merkur	A 6	Tegel	C 8
Buch	E 9	Moabit	C 6	Tiergarten	C 9
Buch (*)	E 7	Moritzplatz	F 1	Uhland	H 2
Cöpenick	F 9	Neukölln	F 2	<u>Wansee</u>	G 4
Dönhoff	A 7	Nollendorf	B 3	Wedding	D 6
Friedrichshagen	F 9	Norden	D 1	Weissensee	E 6
Grünau	F 9	Oberbaum	F 8	Westend	C 3
Hansa	C 5	Oberschöneweide	F 9	Wilhelm	C 4
Hasenheide	F 5	Oliva	J 2	<u>Zehlendorf</u>	G 4
Humboldt	D 4	Pallas	B 7	<u>Zentrum</u>	A 4

1. Les bureaux dont le nom est souligné sont automatiques.
2. Après mise en service du central pour le service automatique de Berlin.

Fig. 5. — Liste des indicatifs.

forme de petits tableaux (fig. 5). En outre, la conservation du nom du bureau permettrait, dans le trafic interurbain, d'éviter des changements dans la transmission des désignations d'abonnés. L'envoi de la désignation d'abonné « E 3 8512 » sur des circuits un peu longs prête évidemment plus à erreurs que l'envoi de la désignation « Königstadt 8512 ». Remarquons encore que si le nom du bureau suffit à préciser nettement l'indicatif du central, l'indicatif ne caractérise pas, réciproquement, le nom du bureau. Des satellites qui sont englobés dans un groupe commun de 10.000 lignes ont de ce fait le même indicatif d'appel, mais possèdent pourtant les noms différents antérieurement employés (par exemple : G 4 Zehlendorf et G 4 Wannsee).

6. Organisation du service téléphonique dans le réseau de « Grand Berlin ». — Jusqu'au printemps de 1926, vingt-quatre des quarante-six centraux en service dans le réseau urbain du « Grand Berlin » étaient groupés en quatorze bureaux exclusivement téléphoniques, non compris le bureau I, qui assurait uniquement le service interurbain. Six d'entre ces quatorze bureaux comportaient chacun un seul central ; six autres en comportaient deux dans le même immeuble, et les deux derniers trois. Les autres centraux, plus petits pour la plupart et situés dans les quartiers périphériques, étaient placés sous la même direction que les bureaux de poste dans les locaux desquels ils étaient situés. Le service automatique, dans lequel les différentes parties du réseau s'enchaînent beaucoup plus étroitement les unes avec les autres que dans l'exploitation manuelle, exigeait de la façon la plus absolue le rassemblement des services techniques et des services d'exploitation sous une direction unique. Par application de ce principe, l'administration du service téléphonique dans le réseau de Grand-Berlin a été réorganisée au printemps 1926, de telle manière que les centraux appartenant à un même district, y compris les centraux manuels et les centraux logés dans des bureaux de postes, soient dirigés chacun uniformément par un chef de bureau téléphonique. Les nouveaux bureaux téléphoniques ont reçu leur indicatif d'après la situation qu'occupent les différents districts par rapport aux points cardinaux :

le bureau téléphonique « Centre » commande le district A,
— — « Sud-Ouest » commande le district B,
— — « Nord-Ouest » commande le district C,
— — « Nord » commande le district D,
— — « Est » commande le district E,
— — « Sud-Est » commande le district F,
— — « Sud » commande le district G,
— — « Ouest » commande, jusqu'à nouvel
ordre, les deux districts H et J, qui sont les moins importants dans
l'état actuel.

Bien que la nouvelle organisation fonctionne depuis un temps
relativement court, on peut dès maintenant dire qu'elle s'est
montrée pleinement satisfaisante.

**7. Disposition des organes de sélection et du réseau des
lignes dans l'état définitif.** — Les développements concernant
la mise en place des sélecteurs et la configuration du réseau des
lignes peuvent être peu étendus car, sur cette question, on a déjà
publié des études tant au point de vue général qu'à propos du cas
particulier de « Grand-Berlin » (M. LANGER, *Zeitschrift für Fern-
meldetechnik*, 1921, fascicules 3 et 4 ; A. KRUCKOW, *T.F.T.*, 1924,
fascicule 5). Qu'on se représente tous les abonnés de « Grand-
Berlin » comme raccordés à un seul central téléphonique de
1.000.000 de lignes situé au centre du réseau. Il ne serait alors pas
nécessaire d'avoir un réseau de lignes auxiliaires, mais les lignes
d'abonnés qui viendraient de chaque district de la ville en groupe
de 100.000 devraient être uniformément amenés au central télé-
phonique du centre de la ville. Un réseau constitué de cette façon
ne serait ni techniquement ni économiquement réalisable. Pour
diminuer le nombre des lignes nécessaires, il vaut bien mieux di-
viser le réseau des lignes en points de concentration, les installa-
tions techniques étant échelonnées de l'un à l'autre, sans que soit
modifiée la façon dont les sélecteurs se commandent entre eux.

La recherche du plus petit nombre de lignes exige des calculs
très laborieux, qui, par suite, se présentent *a priori* comme très
difficiles, parce que les données de trafic qui servent de bases à ces

calculs sont entachées d'une incertitude difficile à déterminer. Il est toujours possible d'arriver par une voie théorique à des résultats utilisables. Que toutefois le résultat théorique puisse, dans chaque cas, être appliqué dans la pratique, c'est une autre question. En pratique, d'autres facteurs jouent un rôle si important, que les résultats théoriques ne peuvent être appliqués seuls sans réserves. Si, du jour au lendemain, une ville d'un million d'abonnés comme Berlin sortait du sol et que le technicien du téléphone eût les mains libres à tous les points de vue pour constituer son réseau les principes théoriques sur l'emploi le plus efficace des lignes pourraient être complètement appliqués dans la pratique. En réalité, les conditions sont tout autres ; le réseau des câbles du service manuel existe déjà et doit être utilisé ; les centraux, eux aussi, existent déjà pour la plupart et doivent être utilisés à l'emplacement qu'ils occupent dans le réseau ; si nombreux que doivent être les nouveaux centraux à installer, ils ne peuvent, pour la plupart, être placés à l'endroit le plus propice au point de vue du réseau de câbles, mais ils doivent trouver leur emplacement aux endroits où se trouvent des terrains libres et à bon marché ; les locaux disponibles dans les centraux sont d'étendue limitée et ne peuvent souvent être agrandis sans des dépenses considérables, si bien qu'on est forcé de loger dans un central des sélecteurs auxquels les calculs des lignes assignent comme emplacement le plus favorable un central différent. De même, dans les petits bureaux des districts périphériques, les questions de personnel jouent un rôle non négligeable. Aussi arrive-t-il que la constitution effective du réseau des lignes de Grand-Berlin ne cadre pas dans tous ses détails avec les résultats des considérations théoriques abstraites (voy. M. Langer, *loc. cit.*).

On a dit plus haut (p. 229) que les groupements unitaires de 10.000 lignes d'un district sont accessibles sur un seul et même niveau des premiers sélecteurs de groupe. Il y a intérêt à rassembler dans le même local les seconds sélecteurs de groupe qui lui sont reliés, parce que cela offre d'abord l'avantage que, pour un groupe donné de 10.000 lignes, le trafic arrivant de tous les autres centraux passe par un seul grand faisceau commun de lignes. Dans

la constitution du réseau, on doit toujours s'efforcer de faire passer dans le même faisceau de lignes un trafic aussi grand que possible, car, d'après les formules et courbes bien connues, les gros faisceaux de lignes sont beaucoup mieux utilisés que les petits. (Un faisceau de 100 lignes atteint déjà les plus favorables possibilités d'utilisation ; au-dessus de ce nombre, il ne faut guère s'attendre à un accroissement de l'efficacité de chaque ligne.)

Le central téléphonique dans lequel se trouvent installés les deuxièmes sélecteurs de groupe pour le trafic entrant des abonnés des centraux de tout le district porte le nom de *bureau nodal du district*. A Berlin, on utilise en tout neuf bureaux nodaux, qu'on désigne, de même que les districts où ils se trouvent, par les lettres de A à J. Pour l'emplacement des bureaux nodaux, les différents points de vue suivants sont à retenir : d'une part, en raison du très grand nombre des lignes auxiliaires allant vers les centraux du district, un emplacement aussi central que possible à l'intérieur du district est désirable ; d'autre part, il y a intérêt à avoir aussi des lignes auxiliaires venant des autres districts qui ne soient pas trop longues ; cela fait apparaître l'avantage d'une situation aussi centrale que possible par rapport à l'ensemble du réseau. En fait, les bureaux nodaux de Berlin satisfont en gros et dans l'ensemble à ces deux exigences (voy. fig. 3). A l'exception du bureau nodal A, qui d'abord a reçu un emplacement de fortune et plus tard a été transféré dans un immeuble de la Wilhelmstrasse qui devait abriter également un autre autocommutateur à construire, ils ont été placés dans des bureaux existants ou en construction, savoir :

B au central Lützow,

C au central Steinplatz,

D au central Norden,

E au central Berolina,

F au central Moritzplatz,

G au central Stephan,

H au central Pfalzburg,

J au central Bismarck,

Il eût alors été logique de diriger le trafic échangé de central à central à l'intérieur du district à travers les seconds sélecteurs

de groupe du bureau nodal, comme le montre la figure 6. Mais avec cette disposition, les centraux d'un même district n'auraient pu s'atteindre réciproquement que par l'intermédiaire du bureau nodal, ce qui est d'autant moins désirable que ce qu'on appelle le *facteur d'intérêt* de centraux voisins, notamment dans les districts périphériques, est très grand. En outre, le trafic intérieur du groupe de 10.000 abonnés, qui atteint toujours un ordre de grandeur d'en-

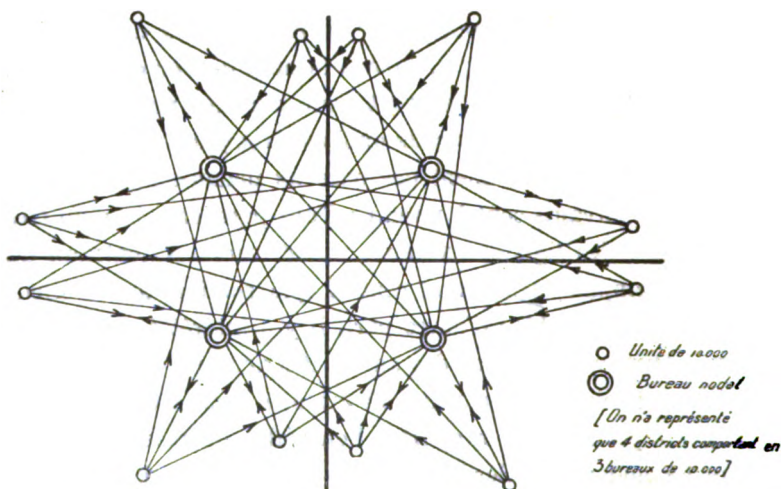


Fig. 6. — Disposition du réseau lorsque tous les deuxièmes sélecteurs sont placés aux bureaux nodaux.

viron 25 % dans les bureaux du centre de la ville et 35 à 40 % dans les bureaux périphériques devrait également passer par les bureaux nodaux, si l'on ne veut avoir recours aux commutateurs discriminatoires dont le système permet l'usage. Pour toutes ces raisons, on a installé dans le groupe même de 10.000 abonnés les deuxièmes sélecteurs de groupe affectés au trafic interne du district et tenu compte ainsi du fait que les centraux d'un district sont déjà reliés l'un à l'autre par de très nombreuses lignes auxiliaires à cause des dispositions adoptées pour le trafic des bureaux manuels.

Enfin abordons encore la question de savoir s'il n'est pas avantageux de placer l'ensemble des deuxièmes sélecteurs de

groupe, comme l'ensemble des premiers sélecteurs, dans les bureaux nodaux des districts et de trouver par suite les premiers sélecteurs dans le bureau nodal du district de départ et les deuxièmes dans celui du district d'arrivée. On aurait ainsi le schéma de la figure 7, qui présente, à un premier examen superficiel, quelque chose de séduisant. Cette solution donne un réseau constitué uniquement par des liaisons radiales, sans liaisons transversales. Comment se

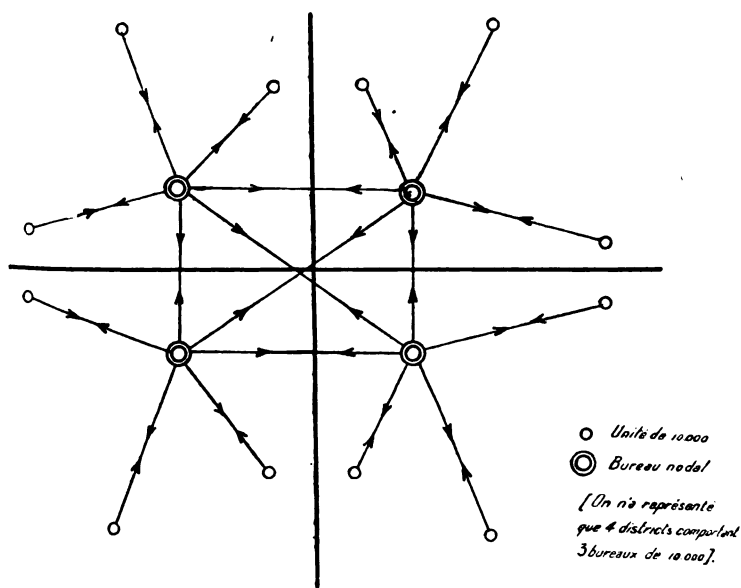


Fig. 7. — Disposition du réseau lorsque tous les premiers et deuxièmes sélecteurs sont placés aux bureaux nodaux.

présentent les choses dans la réalité ? Les faisceaux de lignes auxiliaires qui vont des premiers sélecteurs des groupes de 10.000 vers les différents districts sont déjà d'une telle étendue quand la constitution et l'occupation des groupes de 10.000 sont complètes, que le rassemblement du trafic de départ à destination de tous les districts ne peut plus permettre de réaliser des économies de lignes et de sélecteurs. On n'y trouve donc aucun avantage ; on aurait, par contre, de graves inconvénients : l'introduction de répéteurs spéciaux auprès de toutes les unités de 10.000 lignes pour l'alimen-

tation des abonnés appelants, la concentration exagérée des dispositifs techniques dans les bureaux nodaux, ce qui présente un danger pour le réseau entier, et en outre un allongement des lignes auxiliaires automatiques de bureau à bureau. Cette circonstance engendrerait des exigences particulières, vu les grandes distances qu'on trouve dans le réseau de Berlin.

La constitution du réseau berlinois est donc uniformément la suivante (fig. 8) : Le premier sélecteur se trouve toujours placé

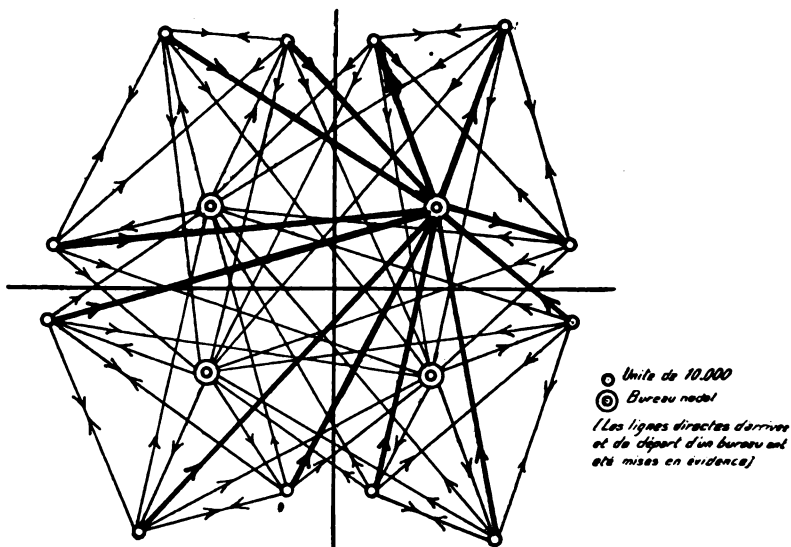


Fig. 8. — Disposition du réseau de Grand-Berlin.

dans le bureau de son unité de 10.000 lignes ; le deuxième sélecteur, pour le trafic s'écoulant vers d'autres districts, dans le bureau nodal du district d'arrivée ; le deuxième sélecteur pour le trafic à écouler dans son propre district, y compris l'unité de 10.000 de départ, se trouve dans son propre bureau ; le troisième et le quatrième sélecteurs ainsi que le connecteur, dans le bureau de l'unité de 10.000 d'arrivée. Dans le bureau nodal, le trafic entrant s'écoule donc par faisceaux séparés pour les unités de départ et par faisceaux collectifs pour les unités d'arrivée ; le trafic sortant du bureau nodal s'écoule par contre en faisceaux collectifs pour les unités de départ et en faisceaux distincts pour les unités d'arrivée.

La question (secondaire pour la constitution de principe du réseau) de savoir si les organes de sélection des unités de 10.000 lignes prises séparément doivent être montés ensemble ou plutôt répartis dans des bureaux auxiliaires sera résolue dans chaque cas d'après les circonstances locales (voy. plus loin). D'ailleurs, la disposition adoptée dès l'origine pour la constitution de principe du réseau de Berlin ne doit nullement engager l'avenir ; on pourra apporter une correction dans la répartition des sélecteurs, si, après épuisement du réseau des câbles existants, cela paraissait nécessaire. On peut très bien imaginer et réaliser une telle révision sans avoir à apporter de changements de principe dans la constitution du système.

(à suivre.)

REVUE DES PÉRIODIQUES.

L'électrisation négative de la terre et les coups de foudre (*Physikalische Zeitschrift*, 15 janvier 1927 ; analysé dans *L'industrie électrique*, 25 novembre 1927). — Au voisinage de la terre, le champ électrique est, par temps serein, d'environ 100 volts par mètre et il est dirigé vers le bas. On en déduit qu'il existe sur la surface totale de la terre une charge d'environ 3.10^5 coulombs et que cette charge est négative. L'origine de cette charge négative n'a pas jusqu'ici été expliquée d'une façon satisfaisante. Son entretien semble d'autant plus difficile à comprendre que les nombreuses mesures faites sur le courant de conduction (ou de convection) vertical au voisinage du sol ont montré que ce courant est dirigé en général de haut en bas : c'est-à-dire qu'il transporte, de l'atmosphère vers le sol, de l'électricité positive. Cette charge positive devrait diminuer et finalement détruire la charge négative de la terre.

M. Wigand propose d'attribuer l'apport permanent d'électricité négative au sol, à ce qu'il appelle le courant d'éclairs, c'est-à-dire à l'ensemble des coups de foudre qui éclatent sur toute la surface du globe entre les nuages et le sol. C'est, en effet, un point qui paraît assez solidement établi que les éclairs ont un sens privilégié, le courant qu'ils transportent étant dirigé de préférence de bas en haut. Le sens de ce courant a été déterminé bien des fois, particulièrement par Brunhes, soit en étudiant l'aimantation des roches au voisinage du point de chute de la foudre, soit en relevant les sauts brusques du champ terrestre qui accompagnent celle-ci. On trouve, comme ordre de grandeur, que la charge apportée au sol par la foudre est négative dans 70 % des cas .

Ceci posé, pour savoir si le courant d'éclair est capable d'entretenir la charge négative du sol, il suffit de voir s'il est en état de compenser l'apport d'électricité positive dû au courant de conduction normal, et qui s'élève, pour la surface totale de la terre, à 1400 ampères

environ. Il ne semble pas qu'on soit très éloigné de la vérité en attribuant à la charge transportée en moyenne par un seul éclair une valeur de 50 coulombs. D'autre part, la statistique des orages à la surface entière du globe et la numération des coups de foudre pour chaque orage amènent à penser que, sur la Terre entière, il tombe environ 100 éclairs par seconde. On déduit de là une valeur de courants qui, selon les données qu'on emploie, est de l'ordre de 1200 ou de 1950 ampères, c'est-à-dire tout à fait comparable au courant de conduction normal. L'hypothèse de Wigand est donc en gros compatible avec les faits expérimentaux. Mais, pour être admise définitivement, de nouvelles recherches sont nécessaires.

Le béton rationnel : méthodes pratiques pour la réalisation de mortiers et de bétons offrant les qualités désirées au prix de revient minimum (J. Leclerc du Sablon, *Annales des ponts et chaussées*, février 1927 ; analysé dans *Génie civil*, 10 décembre 1927). — Au cours des travaux exécutés par la compagnie des Chemins de fer du midi pour l'aménagement des chutes de la vallée d'Ossau (¹). M. J. Leclerc du Sablon a été amené à exécuter un certain nombre d'essais méthodiques sur les liants employés et sur les matériaux mis en œuvre. Il a été conduit à donner à ces essais un développement imprévu et à traiter dans son ensemble la question de la composition des bétons. L'exposé des résultats obtenus dans ces essais a fait l'objet d'un important mémoire qu'il a publié dans les *Annales des ponts et chaussées*.

D'ailleurs, le problème comporte, comme données principales, les qualités que l'on demande au béton et, quelles que soient ces qualités, on veut les obtenir au meilleur prix. On demande toujours au béton d'être résistant et l'on veut parfois aussi qu'il soit étanche ; en outre, il y a souvent intérêt à ce qu'il soit aussi dense que possible. M. Leclerc du Sablon montre que cette dernière propriété marche de pair avec la résistance.

L'étude méthodique du rôle des divers constituants du béton l'a conduit à préciser un certain nombre de résultats, dont les principaux peuvent être résumés comme il suit.

1. Ces travaux ont été décrits dans le *Génie civil* du 30 juillet 1926.

La résistance à l'écrasement R d'un mortier ou d'un béton est proportionnelle à celle du liant pur R_p prise dans les mêmes conditions.

Le ciment et la « farine » de sable peuvent se remplacer à volumes absolus égaux, sans que la compacité du mortier ou du béton ni la proportion d'eau de gâchage nécessaire en soient modifiées.

La substitution de sable fin au ciment conduit à des modifications des propriétés du mortier ou du béton d'autant plus sensibles que la teneur du sable fin en farine est moindre.

On doit observer un écart suffisant entre le plus petit grain de gravier et le plus gros grain de sable ; cet écart, caractérisé par le rapport des dimensions, doit être supérieur à 2,5.

La compacité du béton est maximum quand le volume du mortier correspondant à un volume donné de gravier est avec le volume des vides de ce gravier dans un rapport compris entre 1,3 et 1,4 ; le maximum est d'autant plus net que le sable est plus riche en gros éléments.

Les méthodes exposées par M. Leclerc du Sablon permettent d'être fixé sur la qualité probable du mortier ou du béton que l'on confectionne sur les chantiers et de doser en connaissance de cause le ciment, d'après les résistances que l'on veut obtenir. Elles peuvent aussi servir de guide pour l'amélioration systématique des matériaux dont on dispose, en vue de l'obtention de bons mortiers ou bétons avec un dosage en ciment minimum.

Il est nécessaire, sur un chantier important, d'employer du sable dont la composition se rapproche de l'optimum relatif aux dosages en ciment prévus ; comme le sable manque généralement d'éléments fins, il paraît indiqué de prévoir, en même temps et au même titre que l'installation d'extraction et de lavage ou que la station de concassage et broyage, un moulin à sable permettant de disposer des quantités voulues de sable très fin. La dépense correspondante sera très largement compensée par l'économie de ciment qui sera ainsi rendue possible si le cube de béton à mettre en place est important, et la qualité du béton en sera grandement amélioré.

L'alliage JL (communication de M. Suhr à la Société française des électriciens ; analysée dans *Génie civil*, 19 novembre 1927). —

Bien qu'annoncée comme devant concerner l'almelec, la communication de M. Suhr a porté sur un nouvel alliage, qu'il appelle *alliage JL*, et qui se compose d'aluminium et de 4,75 % de cuivre.

Pour donner au nouvel alliage ses propriétés particulières, on lui fait subir le traitement suivant. Une fois l'alliage coulé, on lui fait subir un premier laminage ; puis on le porte à 530° et on le maintient à cette température pendant une demi-heure ; on le trempe à l'eau et l'on obtient un corps présentant une résistance à la rupture de 28 à 40 kg/mm² et une résistivité de 4,3. Après recuit à 175°, on obtient une charge de rupture de 40 kg/mm² et une résistivité de 3,6 à 3,7. Un écrouissage remonte la charge de rupture à 55 à 56 kg/mm², la résistivité étant de 3,7 à 3,8 ; le fil obtenu est excessivement fragile, et il est indispensable de lui faire subir un nouveau recuit adoucissant. Un recuit à 125° conduit à un fil présentant une charge à la rupture plus grande que 45 kg/mm² et une résistivité inférieure à 3,7. Pour des fils de 2 millimètres et au dessous, on peut même atteindre des charges de rupture plus grandes que 50 kg/mm².

L'alliage JL a donc des propriétés mécaniques comparables à celles du bronze siliceux n° 2, avec l'avantage d'être beaucoup plus léger et de présenter des flèches très inférieures, à portées égales. Par exemple, pour une portée de 100 mètres, la flèche du bronze siliceux n° 2 est de 2^m,45, tandis que celle de l'alliage JL n'est que de 1^m,40. Le nouvel alliage est tout indiqué pour constituer les fils télégraphiques et téléphoniques et pour contribuer avantageusement à l'établissement des réseaux ruraux d'énergie.

INFORMATIONS.

Le câble téléphonique sous-marin pupinisé Allemagne—Danemark. — Le 3 octobre 1926, a été posé un câble sous-marin pupinisé entre Warnemünde (Allemagne) et Gjedser (Danemark), sur une longueur d'environ 46 kilomètres. A chaque extrémité du câble sous-marin, est raccordé un tronçon de câble souterrain (15 kilomètres en Allemagne et 28 au Danemark), pour constituer une section d'amplification de 89 kilomètres de longueur totale.

Le câble comporte 12 quartes en étoile : 3 quartes centrales et 9 quartes périphériques. Les communications se font par circuits à quatre fils. Toutes les paires de conducteurs affectées aux communications de même sens (nord—sud, par exemple) appartiennent à des quartes voisines l'une de l'autre. Les deux groupes de quartes correspondant ainsi aux deux sens de transmission sont séparés l'un de l'autre par un écran métallique.

Les conducteurs utilisés ont pour diamètre 1 millimètre. L'inductance des bobines est de 47 millihenrys : leur espacement est d'environ $2^{km},200$. L'affaiblissement kilométrique des circuits a une valeur moyenne de 0,0287 pour $\omega = 5000$ et de 0,0303 pour $\omega = 16.000$. La fréquence de coupure correspond à $\omega = 31.200$. L'impédance caractéristique est de 775 ohms pour la pulsation 5000.

L'âme du câble est enfermée dans une enveloppe de plomb dont l'épaisseur est de $1^{mm},5$ pour le câble souterrain et de $2^{mm},9$ pour la section sous-marine. Le câble souterrain est armé au moyen de fils plats. Le câble sous-marin est armé au moyen de 22 fils ronds de 5 ou 7 millimètres de diamètre pour l'atterrissement sur la côte danoise, où le fond est rocailleux.

Dans la section sous-marine, les bobines de charge sont logées dans un tube de plomb comportant des manchons coniques de raccordement au câble : la longueur de l'ensemble est d'environ 5 mètres.

La fourniture et la pose du câble ont été effectuées par la société Siemens et Halske.

BIBLIOGRAPHIE.

Cours de physique à l'usage des élèves de l'enseignement supérieur et des ingénieurs, par JEAN BECQUEREL, professeur au museum national d'histoire naturelle. Paris, Hermann, 1926.

Ce cours de physique, développement des leçons professées par l'auteur à l'École polytechnique, comprendra sept livres traitant des sujets suivants : Thermodynamique, Elasticité et acoustique, Optique ondulatoire et rayonnement, Electricité et magnétisme, Ondes électromagnétiques, Théorie électronique, Principe de relativité et Théorie de la gravitation. Les deux premiers volumes ont paru.

Tome I^{er} (430 pages) : THERMODYNAMIQUE. L'auteur, qui ne dissimule pas sa défiance à l'égard des systèmes fictifs de la mécanique rationnelle, s'est appliqué à mettre en relief la base expérimentale des principes de la thermodynamique et à en faciliter la compréhension en recourant à la théorie cinétique des gaz, à la théorie des quanta et même à la thermodynamique statistique ; l'application de ces principes à divers problèmes intéressant la physique, la chimie et l'industrie est développée dans les derniers chapitres.

Tome II (427 pages) : ELASTICITÉ ET ACOUSTIQUE. Les théories physique et mathématique de l'élasticité des solides et des fluides servent d'introduction à l'étude de l'acoustique : l'auteur traite les questions classiques de la vitesse, de la réflexion et de la réfraction du son, les lois des vibrations des cordes, des verges, des membranes, des plaques et des tuyaux, les interférences sonores. D'importants développements sont consacrés à l'application de l'acoustique à l'art musical, à l'écoute des bruits et au repérage par le son.

R. B.

The propagation of radio-waves along the surface of the earth and in the atmosphere, par P.-O. PEDERSEN, Copenhague, G.E.C. Gad, 1927. 1 vol. gr. in-8° de 244 pages et un fascicule de figures de 20 pages.

Les théories proposées pour rendre compte des phénomènes expérimentaux très complexes de propagation des ondes hertziennes ont été en se compliquant de plus en plus avec l'accroissement de la portée des postes. Au début, pour les portées de quelques centaines de kilomètres obtenues avec les ondes amorties et les récepteurs à cohéreur, la loi du carré des distances était suffisamment voisine de la réalité. L'emploi de plus grandes puissances et de détecteurs plus sensibles montra déjà de grandes divergences entre cette loi et les portées obtenues. On chercha alors à résoudre les problèmes de la propagation autour d'une sphère, d'abord parfaitement conductrice et plongée dans un diélectrique parfait, puis autour d'une sphère de résistivité donnée dans une atmosphère imparfaitement isolante. Mais plus les portées augmentaient, plus les divergences s'aggravaient, et l'existence réelle d'une couche conductrice ionisée dans la haute atmosphère s'imposa.

La théorie de la propagation entre deux sphères conductrices fut alors mise sur pied et rendit un compte suffisamment exact des portées obtenues avec les ondes longues amorties de puissance relativement grande.

Mais l'apparition des ondes entretenues et des amplificateurs à la réception bouleversa de nouveau les résultats.

Enfin les portées énormes des ondes courtes, les différences entre les portées de jour et nuit, le fading, les zones de silence, la dépolarisation et tous les phénomènes si divers et incohérents observés sur les longueurs d'ondes inférieures à 100 mètres n'ont pas encore reçu d'explication parfaitement satisfaisante. On a été amené successivement à introduire, dans la théorie, des hypothèses sur la constitution de la couche de Heaviside, sur la mobilité des ions, sur les différences de hauteur de la couche conductrice entre le jour et la nuit, sur l'existence d'une couche réfléchissante au coucher du soleil, sur le mécanisme de l'ionisation par les rayons ultraviolets et les corpuscules émis par le soleil, l'influence du champ magnétique terrestre sur les trajectoires des ions, etc...

Le présent ouvrage examine tous ces effets et donne la théorie mathématique. L'auteur arrive à la conclusion qu'aucun d'eux ne joue un rôle négligeable dans la propagation des ondes courtes, et il en tire

des explications plausibles des phénomènes observés. En général, l'impossibilité de mesurer directement les paramètres introduits dans les calculs (par exemple, le nombre d'ions par centimètres cube aux différentes altitudes, la masse des ions, la vitesse de recombinaison, etc...) fait que les résultats ne peuvent avoir qu'une valeur qualitative. Pour les ondes longues, néanmoins, et, dans certains cas simples, pour les ondes courtes (trajet entièrement nocturne, par exemple), on arrive tout de même à des résultats numériques qui concordent avec les mesures de champ.

Cet ouvrage, contenant sous forme didactique tous les progrès de la théorie de la propagation des ondes hertziennes, est certainement appelé à faire faire de grands progrès à ce problème fondamental pour les radio-communications.

J.-H. G.

Historia de los carteros urbanos (Histoire des facteurs de ville), par D. RICARDO ORTIZ VIVAS, oficial del cuerpo de correos. Madrid, 1924. 1 vol. pet. in-8° de 184 pages.

Jusqu'au commencement du XVIII^e siècle, l'administration espagnole des postes ne distribuait pas les lettres à domicile, mais les conservait à la disposition du destinataire dans les bureaux les plus proches. Il en résultait de nombreux dérangements pour le public, et il se forma peu à peu une catégorie de commissionnaires privés qui se spécialisèrent dans le retrait du courrier pour le compte de leurs clients. L'administration ne commença à prendre ce service à sa charge qu'en 1756, d'abord pour les plis non réclamés à l'arrivée, puis pour la correspondance portant une surtaxe, et enfin pour tout le courrier.

L'auteur retrace les différentes étapes de l'organisation du corps des facteurs et reproduit les ordonnances et les décrets fixant les uniformes, les traitements, les statuts, les règlements de service des différentes catégories de personnel. Certaines de ces ordonnances sont pleines d'intérêt, non seulement par leur valeur historique, mais aussi par la forme ancienne du style et de l'orthographe castillans.

J.-H. G.

Les machines électriques industrielles, principe, fonctionnement, divers types, montage, pannes, par R. BARDIN, ingénieur-électricien (E.S.M.E.). Paris, Desforges, Girardot et C^{ie}, 1927. 1 vol. in-8° de 80 pages, avec 65 figures. Prix : 8 francs.

Cet ouvrage, sans prétention scientifique, a pour but l'étude pratique des diverses machines électriques industrielles : dynamos et moteurs à courant continu, alternateurs et moteurs à courant alternatif, transformateurs fixes et rotatifs. Chaque machine est étudiée, dans ses différents types, au point de vue du principe du fonctionnement, du montage électrique dans ses différents cas d'utilisation, de la mise en marche et de l'entretien. De nombreux schémas de fonctionnement et de montage permettent l'étude facile des phénomènes électriques que l'on rencontre dans la conception et l'application des machines. Cet ouvrage résume donc, sous une forme condensée mais complète, les notions pratiques que tout électricien et tout usager de machines électriques doivent posséder, pour assurer la bonne marche et une conduite rationnelle de leurs installations.

Circuits de transmission pour communications téléphoniques : procédés d'étude et de détermination, par K. S. Johnson, membre du personnel technique des Bell Telephone Laboratories Inc. ; traduit de l'anglais sous la direction de E.-M. Deloraine ; préface de L. Drouët, inspecteur général des Postes et Télégraphes, directeur du Service d'études et de recherches techniques. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1928. 1 vol. in-8° de 350 pages.

Nous ne pouvons mieux faire, pour signaler l'intérêt considérable que présente cet ouvrage pour les techniciens du téléphone, que de reproduire la fin de la préface de M. L. Drouët.

«... Cet ouvrage est le fruit de l'expérience américaine de près
« de vingt années sur les questions de transmission téléphonique et
« reproduit le cours que professe M. K. S. Johnson aux ingénieurs
« des Bell Laboratories et qu'il lui a été demandé de développer à
« l'université Harvard, dont il est lui-même issu.

« Les techniciens français apprécieront la clarté et la précision

« avec laquelle sont exposées les méthodes permettant d'étudier et
 « de chiffrer l'influence qu'ont les divers éléments constitutifs d'un
 « circuit complexe sur les qualités d'une transmission téléphonique.
 « Les moyens appliqués par M. Johnson sont toujours simples, grâce
 « à la considération du circuit en T ou en Π équivalent, et à l'utili-
 « sation du théorème de Thévenin.

« L'application pratique est toujours visée et de nombreux
 « exemples numériques illustrent à chaque instant un exposé théo-
 « rique qui ne recourt jamais qu'à des procédés de calcul du niveau
 « élémentaire.

« On peut dire de cet ouvrage qu'il comble une lacune dans notre
 « littérature technique française. A l'époque où se développent si
 « merveilleusement les communications téléphoniques à grande
 « distance et où nos ingénieurs ont à faire un si large emploi des
 « filtres, des lignes artificielles, des circuits de balance, des trans-
 « formateurs de jonction et des réseaux de transition, l'ouvrage de
 « M. K. S. Johnson, que M. E.-M. Deloraine, grâce à sa grande com-
 « pétence technique, a traduit avec une intelligente fidélité, sera
 « pour eux un précieux manuel qui facilitera grandement leurs tra-
 « vaux. »

Les principaux points traités dans cet ouvrage sont les sui-
 vants :

Données fondamentales concernant la voix, l'oreille, le transmetteur
 et le récepteur. Courbes de Fletcher.

Mesures de rendement en téléphonie : différentes unités d'affaiblisse-
 ment.

Circuits téléphoniques série et parallèles. Circuit série simple sur
 lignes longues.

Lois de Kirchhoff et théorème de réciprocité de Maxwell.

Caractéristiques du transformateur parfait ; autotransformateur ;
 transformateur à plusieurs enroulements.

Pertes de transformateur et pertes de transition, c'est-à-dire pertes
 de transmission qui seraient éliminées par l'introduction en un
 point d'un transformateur parfait de rapport d'impédances opti-
 mum ou du réseau passif le meilleur possible. Essais des transmet-
 teurs et récepteurs.

Théorème de Thévenin et circuits équivalents en T. Réseau en T équivalent à un transformateur.

Calcul des pertes de transmission : abaques donnant les pertes de transmission produites par l'insertion dans un circuit d'une impédance série ou d'une impédance dérivation.

Circuits d'appareils d'abonnés : circuits variable et invariable. Rapport de puissance ; examen des divers montages à effet local et antilocal.

Assimilation des réseaux passifs aux lignes uniformes : impédance itérative et constante de propagation ; impédances images et constante de transfert.

Caractéristiques de transmission des lignes téléphoniques. Circuits chargés : charge continue et charge au moyen de bobines. Amplificateurs téléphoniques types 2-1 et 2-2.

Circuits résonnants et antirésonnants : applications aux structures à résistance constante et à la conversion d'un circuit à tension constante en un circuit à intensité constante ou réciproquement.

Théorie des filtres électriques (caractérisés par une démarcation très nette entre les bandes de fréquences atténuées et les bandes non affaiblies). Eléments du type en échelle, en treillis et en T shunté ; structures dérivées en M. Calcul des filtres électriques.

Réseaux correctifs (structures de caractéristique d'affaiblissement plus ou moins inclinée ou variée). Réseaux inverses ou réciproques à produit de résistance constante.

Circuits combinés et appropriés ; dispositif composite.

Enfin, dans de nombreux appendices, l'auteur rappelle les principales formules d'algèbre et de trigonométrie, ainsi que les formules relatives aux quantités complexes et aux fonctions hyperboliques inverses. Il expose aussi les développements de nombreux calculs dont les résultats sont simplement indiqués au cours des chapitres ; en particulier, les formules relatives aux réseaux équivalents et à différents types de circuits, tels que les circuits d'appareils d'abonnés, les filtres et les transformateurs.

LES POTENTIELS VECTEURS RETARDÉS,

par J.-B. POMEY.

J'ai l'intention de présenter ici une démonstration des formules qui donnent les grandeurs du champ électromagnétique en fonction des potentiels retardés, par une voie qui ne paraît une notable simplification sur celle qui a été suivie par H. Poincaré dans *Electricité et optique*.

Je rappelle que Maxwell a le premier montré que les équations de l'induction pouvaient s'obtenir en appliquant les équations de Lagrange relatives à un système à liaisons, si l'on considère le potentiel électrodynamique comme représentant l'énergie cinétique d'un mécanisme caché dont les vitesses sont les courants.

Plus généralement, H. Poincaré a fait ressortir ce fait, que la connaissance de l'énergie potentielle et de l'énergie cinétique suffisait à la description complète de l'histoire mécanique d'un système et que par suite elle permettait une explication mécanique d'un phénomène physique. Mais il faut que les idées soient fixées sur ces énergies.

H. Poincaré considère alors le déplacement électrique D comme définissant la configuration de l'éther, et l'énergie potentielle comme égale à l'intégrale de volume.

$$\int_V \frac{1}{2} (DE) d\tau,$$

où E est l'intensité du champ électrique et $d\tau$ l'élément de volume. D'autre part, l'énergie cinétique est, de même, représentée par l'intégrale de volume.

$$\int_V \frac{1}{8\pi} (BH) d\tau,$$

où B représente l'induction magnétique et H l'intensité du champ magnétique.

D'autre part, le courant total S est défini par la relation :

$$[\nabla H] = 4\pi S,$$

et ce vecteur S se décompose lui-même en deux vecteurs : l'un est le courant de convection eU , où e est la densité de l'électricité en un point et U la vitesse dont elle est animée, avec l'électron ou l'ion qui la porte ; l'autre est le courant de déplacement $\frac{dD}{dt}$, et l'on a :

$$S = eU + \frac{dD}{dt}.$$

Toutes ces équations sont des équations vectorielles.

F et H sont des vecteurs, D et B sont des densités de flux, de même que S . Les parenthèses sont le symbole d'un produit scalaire, les crochets sont le symbole d'un produit vectoriel.

On introduit enfin le potentiel vecteur A par la relation

$$B = [\nabla A].$$

Dans toutes ces équations, ∇ est le vecteur symbolique dont les trois composantes sont

$$\frac{\partial}{\partial x}, \quad \frac{\partial}{\partial y}, \quad \frac{\partial}{\partial z}.$$

Appliqué à un vecteur sous le signe du produit scalaire, il donne la divergence. Par exemple, il y a, entre le déplacement D et la densité de la quantité d'électricité e la relation de liaison :

$$(\nabla D) = e,$$

que l'on peut énoncer, en disant que la divergence du déplacement est la densité électrique.

Appliqué à un vecteur sous le signe du produit vectoriel, le vecteur ∇ donne le rotationnel ; on peut donc dire que le rotationnel du champ magnétique est le vecteur courant au facteur 4π près et que le rotationnel du potentiel vecteur est l'induction magnétique.

Mais ici, nous devons tout de suite faire une remarque. On sait que le théorème de Vaschy donne d'une façon précise l'expression d'un vecteur, lorsque l'on a, en tous les points du champ, le rotationnel et la divergence. Or ici, le potentiel vecteur n'est connu

que par son rotationnel. Il est donc clair que cette grandeur n'est pas complètement définie et que, suivant les hypothèses qui seront faites au sujet de sa divergence, on obtiendra des expressions différentes des diverses grandeurs physiques dans l'expression desquelles elle figurera. C'est ce qui arrive dans cette théorie, où A représente (comme nous le verrons) l'intégrale

$$\mu \int_3 \frac{S}{r} d\sigma$$

(μ , perméabilité magnétique), si sa divergence est supposée égale à zéro, tandis que, dans une autre hypothèse que nous indiquerons plus loin, A représente le potentiel vecteur retardé, que nous appellerons A' pour éviter toute confusion.

Ces prémisses étant exposées, nous ne reproduirons pas le calcul, mais nous nous contenterons d'indiquer le résultat ; on obtient

$$E = - \frac{dA}{dt} - \nabla \psi,$$

$$[\nabla E] = - \frac{dB}{dt}.$$

Il a donc suffi d'appliquer les équations de la mécanique pour obtenir cette dernière équation, qui a la forme même de la loi de l'induction.

Quant à l'expression de E , le champ électrique se trouve donné en fonction du potentiel vecteur A , ou pour mieux dire de sa vitesse, et du gradient d'une fonction scalaire ψ , qui a été introduite de la même façon que s'introduisent les multiplicateurs de Lagrange dans la théorie des systèmes à liaison.

Il importe donc de savoir ce que représentent exactement A et ψ .

C'est ici que nous devons faire l'hypothèse qui achèvera la détermination de A , laquelle entraînera, par voie de conséquence, la définition correspondante de ψ .

Supposons donc, tout d'abord, que l'on ait :

$$(\Delta A) = 0.$$

Alors A est défini par son rotationnel et sa divergence, sans ambi-

guité ; et il suffit d'appliquer le théorème de Vaschy. On a, d'après ce théorème bien connu :

$$A_P = \left[\nabla_P \int_s \frac{B}{4\pi r} d\varpi_M \right],$$

l'indice P étant destiné à rappeler que P est le point *potentié*, et l'indice M étant de même destiné à rappeler que les masses scalaires ou vectorielles dont il s'agit occupent l'élément de volume $d\varpi$, placé au point M. On a alors :

$$A_P = - \int_s \left[B \nabla_P \frac{1}{r} \right] \frac{d\varpi}{4\pi} = + \int_s \left[B \nabla_M \frac{1}{r} \right] \frac{d\varpi}{4\pi}.$$

Appliquons l'intégration par parties, en supposant les grandeurs physiques nulles à l'infini, de façon que les intégrales de surface, pour une surface rejetée à l'infini, sont identiquement nulles. Il vient :

$$A_P = \int_s \frac{1}{r} \frac{[\nabla B]}{4\pi} d\varpi.$$

Faisons appel à la relation des milieux isotropes.

$$B = \mu H;$$

il vient :

$$A_P = \int_s \frac{1}{r} \mu S d\varpi,$$

et dans un milieu homogène :

$$A_P = \mu \int_s \frac{S}{r} d\varpi.$$

C'est la formule que nous avons annoncée plus haut, et d'où l'on déduit :

$$\Delta A = -4\pi\mu S,$$

Δ étant le laplacien ($\nabla^{(2)}$).

Quelle est la signification correspondante de ψ ?

Il suffit de prendre la divergence de E . On a :

$$(\nabla E) = - \frac{d}{dt} (\nabla A) - (\nabla \nabla \psi).$$

Nous venons d'intervertir le signe de dérivation d'espace ∇ et le signe de dérivation relatif au temps $\frac{d}{dt}$, ce qui est permis.

Le premier terme du second membre disparaît, parce que la divergence du potentiel vecteur a été prise égale à zéro.

Mais nous avons la relation caractéristique du milieu :

$$D = \frac{kE}{4\pi},$$

où k est le pouvoir inducteur diélectrique. Il vient donc :

$$\frac{4\pi}{k} (\nabla D) = -\Delta \psi,$$

ou :

$$\Delta \psi = -\frac{4\pi}{k} e.$$

Si nous évaluons la quantité d'électricité dans le système électrostatique, k est égal à l'unité ; et ψ est le potentiel scalaire électrique.

Jusqu'ici, nous ne nous sommes pas écarté sensiblement de l'analyse de H. POINCARÉ, si ce n'est que nous avons pris soin de distinguer nettement l'un de l'autre ce qu'on ne faisait pas autrefois, les vecteurs E et D , H et B .

C'est dans l'introduction des potentiels vecteurs retardés que gît la simplification proposée.

Pour éviter toute confusion, comme nous allons faire sur la divergence de A une hypothèse différente de la précédente, nous appellerons A' le vecteur qui sera déterminé par cette nouvelle valeur de la divergence et ψ' la nouvelle valeur de la fonction ψ , qui a fait office de multiplicateur de Lagrange.

Prenons encore l'expression de E ; nous aurons donc :

$$E = -\frac{dA'}{dt} - \nabla \psi',$$

et décrivons par rapport au temps ; il vient :

$$\frac{dE}{dt} = -\frac{d^2 A'}{dt^2} - \nabla \frac{dU'}{dt} ;$$

or on a :

$$\frac{dE}{dt} = \frac{4\pi}{k} \frac{dD}{dt} = \frac{4\pi}{k} (S - eU),$$

et

$$S = \frac{[\nabla H]}{4\pi} = \frac{1}{4\pi\mu} [\nabla B] = \frac{1}{4\pi\mu} [\nabla [\nabla A']],$$

ou

$$S = \frac{1}{4\pi\mu} (\nabla (\nabla A') - \Delta A'),$$

d'où, en remplaçant $\frac{dE}{dt}$ par son expression en fonction de A' et de eV :

$$\frac{1}{k_{j'}} \nabla (\nabla A') - \frac{1}{k_{j'}} \Delta A' - \frac{4\pi}{k} eU = - \frac{d^2 A'}{dt^2} - \nabla \frac{d\psi'}{dt}.$$

L'hypothèse simplificatrice est la suivante :

$$\frac{1}{k_{j'}} (\nabla A') = - \frac{d\psi'}{dt},$$

d'où résulte l'équation définitive en A' :

$$\Delta A' - k_{j'} \frac{d^2 A'}{dt^2} = - 4\pi\mu eU.$$

Si c est la vitesse de propagation des ondulations électriques, on a :

$$k_{j'} = \frac{1}{c^2}.$$

On écrit symboliquement :

$$\square A' = \left(\Delta - \frac{1}{c^2} \frac{d^2}{dt^2} \right) A',$$

et le carré est un symbole qu'on appelle le *dalembertien*. On a donc :

$$\square A' = - 4\pi\mu eU,$$

c'est-à-dire que le dalembertien du vecteur A' est égal, au facteur $4\pi\mu$ près, à la densité du courant de convection.

Dans le système électromagnétique, on fera d'ailleurs μ égal à l'unité.

A' , solution de cette équation différentielle, est le potentiel vecteur retardé.

Il est dès lors facile d'avoir l'expression correspondante de ψ' ou du moins l'équation différentielle qui détermine ce potentiel scalaire. Il suffit de dériver par rapport au temps l'équation que nous avons écrite pour exprimer notre hypothèse simplificatrice. Il vient :

$$c^2 \frac{d}{dt} (\nabla A') = - \frac{d^2 \psi'}{dt^2}.$$

Or l'expression de la divergence de E nous donne :

$$(\nabla E) \equiv \frac{4\pi}{k} e = - \frac{d}{dt} (\nabla A') - \Delta \psi'.$$

Éliminons entre ces deux équations la divergence de A' ; il reste :

$$\square \psi' = - \frac{4\pi}{k} e.$$

On voit que ψ' est le potentiel vecteur retardé des charges électriques.

Il ne resterait plus maintenant qu'à étudier les équations différentielles qui régissent A ; et ψ' ; mais c'est un problème distinct; et il est clair, d'après la façon dont nous venons de procéder, qu'il n'est pas nécessaire de l'avoir résolu et d'introduire les expressions explicites de ces potentiels, comme le fait H. Poincaré, pour avoir les vecteurs du champ électromagnétique en fonction de ces potentiels retardés. Je rappelle sommairement le principe de sa méthode. Il définit H par le potentiel vecteur de Maxwell et H' par le potentiel vecteur retardé. Il montre que les dalembertiens de H et de H' sont égaux, d'où l'égalité de H et de H' , si l'on part du repos, la solution en H de l'équation obtenue étant unique dans ce cas.

SIGNALISATION ÉLECTRIQUE
de certains télégrammes au poste central de Lyon,
par J. POIRIER,
chef du poste central télégraphique de Lyon.

Cette signalisation a pour but de réduire au minimum le temps de boullisterie de certains télégrammes considérés comme particulièrement urgents : télégrammes officiels, urgents à triple taxe, extra-européens, et avis de service urgents.

Rappelons que la boullisterie de ces télégrammes comprend, au poste central de Lyon tout au moins, deux opérations distinctes : la première consiste à aller prendre la formule sur un poste quelconque de réception et à la rapporter sur la table de direction ou à l'expédition des télégrammes ; la seconde, la formule étant dirigée, à la porter sur le pupitre du poste de transmission.

Cette dernière opération s'est toujours faite dans des conditions satisfaisantes, tandis que la première, que nous appellerons le *ramassage*, a toujours laissé à désirer.

Le problème, quoique simple puisqu'il s'agissait uniquement de faire parvenir au point central de direction certaines catégories de télégrammes, présentait cependant quelques difficultés. Il fallait, en somme, imaginer et réaliser à peu de frais un système d'appel général simple, robuste, de fonctionnement régulier, susceptible dans tous les cas d'attirer l'attention du boulliste chargé de ce ramassage et des chefs chargés de la surveillance. La recherche de ce système, qui ne pouvait fonctionner qu'électriquement, a duré au moins cinq ans.

Dès 1923, un premier projet avait été établi. S'inspirant de ce qui existe dans certains hôtels, il consistait à pourvoir chaque poste de réception d'un bouton d'appel qui, actionné, devait faire tomber l'annonceur correspondant d'un tableau placé au centre de la salle ; l'annonceur en tombant démasquait le nom du poste

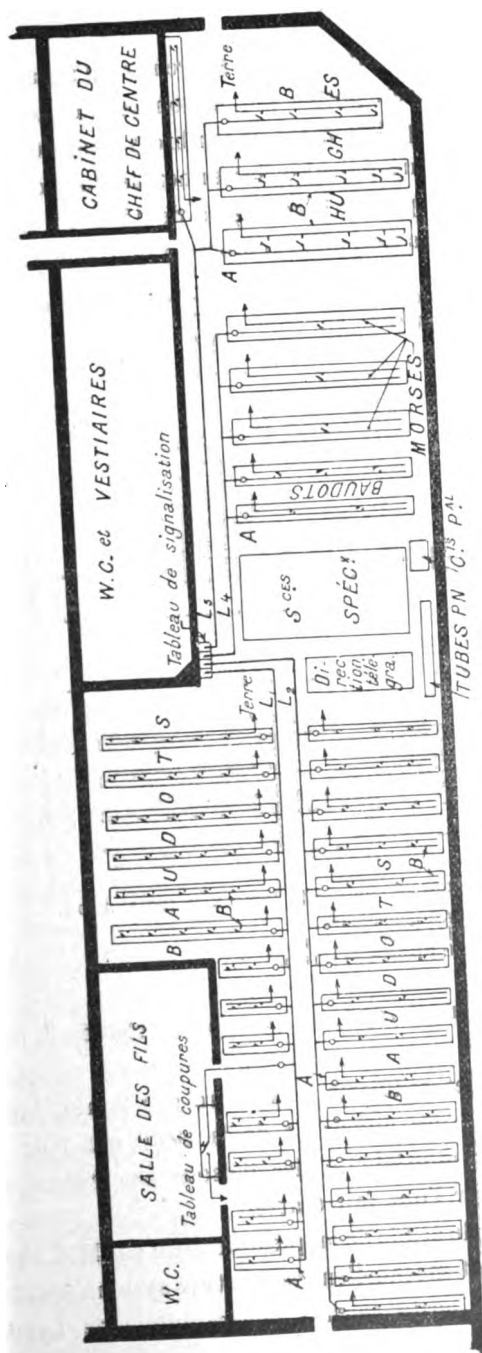


Fig. 1. — Salle des transmissions du bureau central télégraphique de Lyon.
 A : lampes de travée;
 B : interrupteurs.

appelant. Par suite du nombre élevé de circuits qu'aurait comporté l'installation (un ou deux postes par annonciateur), les gaines de câbles auraient été trop fortement encombrées ; par suite aussi du fonctionnement présumé précaire des annonciateurs qui devaient être relevés à la main par de jeunes gens de 12 à 15 ans (dont la façon de servir n'est pas toujours exempte de reproches), ce premier

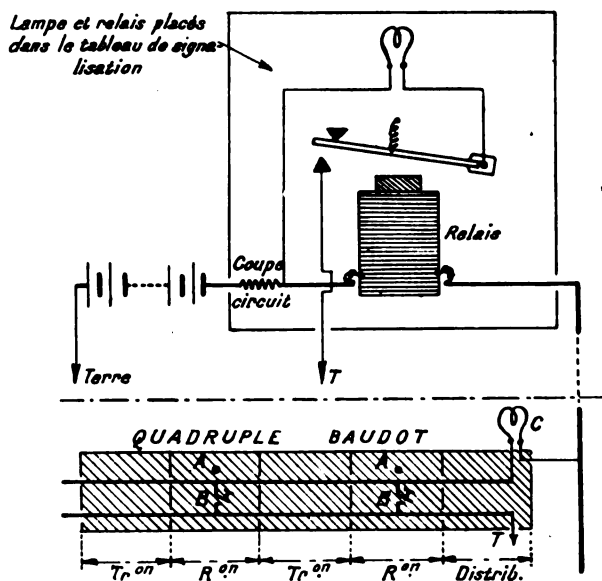


Fig. 2. — Schéma de montage pour une installation.

A : pique-notes ;
B : interrupteurs ;
C : lampe de travée.

projet, qui, au surplus, ne comportait pas de contrôle de la boullisterie, a été abandonné.

Un deuxième projet réduisait le nombre des lignes, tout en adjoignant un contrôle des appels et de la suite qui leur était donnée. Là encore, la multiplicité des liaisons électriques et la dépense élevée à engager l'ont fait écarter.

Enfin, d'une nouvelle étude de la question faite par MM. Perrin, commis, et Parrot, agent mécanicien, est sorti le système qui fonctionne actuellement au poste central télégraphique de Lyon et donne toute satisfaction.

La figure 1 donne le schéma d'ensemble de l'installation. Les appareils de la salle des transmissions ont été divisés en quatre groupes, desservis chacun par une ligne de signalisation distincte (L_1 , L_2 , L_3 , L_4), aboutissant toutes au tableau, fixé sur une cloison au centre de cette salle. Une dérivation est prise en regard de chaque travée d'installations.

La figure 2 indique le montage d'une ligne et d'un quadruple Baudot. L'interrupteur B étant fermé par l'agent qui vient de mettre au pique-notes spécial le télégramme à signaler, une terre (celle de l'installation) est donnée à la dérivation. La lampe C, placée au bout de la travée, s'allume, le relais du tableau fonctionne, et son armature ferme le circuit local de la lampe pilote du groupe.

Ces lampes pilotes sont de couleurs différentes (jaune, blanche, rouge, verte) et indiquent immédiatement quel est le groupe appelant. Le bouliste préposé au ramassage, placé à proximité du tableau, se dirige alors vers ce groupe et s'arrête à la travée dont la lampe est allumée. A ce point, il n'éprouve aucune hésitation pour se rendre au pique-notes à libérer, de sorte qu'il ne lui reste plus qu'à prendre le télégramme et à tourner le bouton de l'interrupteur, manœuvre qui a pour but de ramener le système de signalisation au repos. Il porte ensuite le télégramme au service de direction si le télégramme est en transit, au service d'expédition s'il s'agit d'un télégramme d'arrivée. Dans le premier cas, le télégramme est immédiatement dirigé, et le bouliste, qui a attendu, le reprend et va le déposer sur le pupitre du poste de transmission, où il est transmis dans le plus court délai possible.

Un bouliste par brigade est spécialement affecté à ce service ; en cas d'occupation ou d'absence (ce qui arrive d'ailleurs assez peu souvent), il est suppléé ou remplacé par le bouliste en position de repos et à ce titre chargé des courses ; une troisième unité est même prévue dans certains cas.



Fig. 3.

Pique-notes modifié.

A : crochet pour télégrammes spéciaux ;
B : collier de fixation.

Ce dispositif, mis en service au central de Lyon le 15 juillet dernier, a fonctionné de façon parfaite et a permis une amélioration très sensible dans la transmission des télégrammes urgents. Des statistiques établies à plusieurs reprises, il ressort que :

59 % des télégrammes considérés sont transmis

dans un délai de moins de 5 minutes,

27,2 % dans un délai de 5 à 10 minutes,

8,37 % dans un délai de 10 à 15 minutes,

1,67 % dans un délai de 15 à 20 minutes,

3,76 % dans un délai au dessus de 20 minutes ;

ces chiffres représentent un grand progrès sur ce qui était obtenu précédemment.

J'ajoute immédiatement que le système est hors de cause en ce qui concerne les télégrammes dont la transmission n'a pu se faire dans les 10 minutes. Dans ce cas, le retard est la conséquence soit d'une non-réponse, soit d'une interruption momentanée du poste, soit d'une indisponibilité du personnel sur les postes desservis en commun (morses, hughes, téléphone), soit d'autres causes analogues.

Les retards de plus de 25 minutes ont tous été causés par des agents inattentifs qui ont omis de traiter certains de ces télégrammes comme urgents. Ces derniers cas peuvent être considérés comme des accidents et, comme tels, susceptibles de ne plus se reproduire.

En résumé, le système donne toute satisfaction et permet de résoudre la question du transit rapide dans tous les grands postes centraux télégraphiques.

SUR LA DISTORSION TÉLÉPHONIQUE ET SA MESURE,

par Pierre DAVID,
ingénieur à la Radiotélégraphie militaire.

Une transmission téléphonique ou radiotéléphonique n'est jamais parfaite : les sons se trouvent reproduits plus ou moins inégalement, suivant leur fréquence et leur intensité ; il y a *distorsion*.

Principes des méthodes de mesure de la distorsion. —

Pour mesurer la distorsion, on peut utiliser deux principes complètement différents :

1. On peut tracer la caractéristique complète de la transmission, en fonction de la fréquence et de l'intensité. Pour cela, on fait agir à l'entrée une source sonore donnant, avec une intensité connue, une fréquence connue (parfaitement pure). On mesure l'intensité sonore à la sortie. On étudie la variation de cette dernière lorsque varie la fréquence et l'énergie de la source. Le résultat est généralement porté sous forme de courbes.

Cette méthode, très puissante, donne tous les renseignements désirés sur les défauts de la transmission. Mais elle présente les inconvénients suivants.

Tout d'abord, elle est extrêmement délicate ; elle exige une source sonore et un « phonomètre » étalonnés, ce qui ne se trouve pas couramment.

En second lieu (et ce défaut semble avoir échappé à l'attention de beaucoup de ceux qui l'ont employée) ⁽¹⁾, le phonomètre ne discrimine pas le son fondamental d'avec ses harmoniques ; de

1. Des méthodes pour révéler ce défaut ont été cependant indiquées : voy. bibl. nos 19 bis, 25, etc...

telle sorte que, si l'on alimente avec un son pur, et si la transmission déforme la vibration, les harmoniques parasites ainsi créés sont pris pour le fondamental lui-même et mesurés en son lieu et place. Nous avons pu constater dans un cas particulier l'importance de cette cause d'erreur.

Enfin cette méthode est d'une interprétation difficile. On pourrait presque dire qu'elle est *trop précise*. Les courbes obtenues présentent, en effet, un très grand nombre d'ondulations, qui dépendent non seulement de la transmission elle-même, mais de l'acoustique des salles où l'on opère, de la distance de la source sonore et du phonomètre aux appareils, et de tous les objets environnants (1). A ces variations, l'oreille est complètement insensible ; elle est affectée seulement par les variations importantes, que précisément les phonomètres indiquent mal, parce que la gamme d'intensités dans laquelle ils fournissent des mesures précises est fort réduite. On risque donc d'attacher trop d'importance aux petites variations accidentelles et pas assez aux grandes, qui présentent pourtant seules un intérêt véritable.

2. Une autre méthode consiste à faire apprécier directement par l'oreille la qualité de la voix reproduite par la transmission. On emploie instinctivement cette méthode en écoutant un message ou une communication quelconques ; la transmission semble « bonne » ou « mauvaise ». Mais c'est une simple impression, que l'on ne peut traduire en nombre ; elle est d'ailleurs très variable d'un individu à l'autre. Celui qui écoute un texte suivi en comprend le sens ; dès lors, son cerveau vient en aide à son oreille et supplée, avec une efficacité incroyable, aux défaillances de la transmission. Une transmission déjà notablement déformée peut rester très compréhensible.

Un perfectionnement consiste à faire transmettre, non plus un message ayant un sens, mais une suite de monosyllabes isolés dépourvus de tout sens. L'opérateur placé à la réception écrit ce qu'il entend, et la comparaison des listes donne un pourcentage d'erreurs qui peut mesurer la qualité de la transmission. On peut

1. Voy. bibl. : n° 24.

espérer une certaine précision, le coefficient personnel des opérateurs étant très diminué.

Cette méthode a été employée un peu partout, avec de légères variantes : en France, en Amérique (1), en Angleterre (2), en Allemagne (3), etc...

Lorsque les lots de monosyllabes transmis reproduisent à peu près la structure de la voix dans le langage courant, on trouve, en général, 2 à 5 % d'erreurs dans une transmission directe d'un opérateur à l'autre sans aucun intermédiaire électrique, et 20 à 30 % dans une bonne transmission téléphonique. Autrement dit, si nous appelons *articulation* la proportion des syllabes *correctement* passées, ce coefficient atteint 95 à 98 % pour la transmission directe et 70 à 80 % pour une bonne transmission téléphonique. On voit que la différence est appréciable et que le renseignement fourni a une réelle valeur. La méthode est en outre rapide, et ne nécessite aucun matériel. En revanche, elle nécessite des précautions, sur lesquelles nous reviendrons plus loin, quant au choix des syllabes et à l'entraînement des opérateurs ; et surtout, elle présente l'inconvénient de ne fournir qu'un coefficient *global*, qui mesure jusqu'à un certain point la distorsion, mais ne donne aucune indication sur la nature du défaut.

Perfectionnement à la méthode des listes. — Nous nous sommes proposé de perfectionner cette méthode, afin, d'abord, d'augmenter sa précision et sa rapidité, et surtout d'en tirer des renseignements utiles quant à la nature du défaut existant dans la transmission. Voici d'après quelles considérations.

Tout d'abord, quand on fait systématiquement des mesures d'articulation, on s'aperçoit aisément que les différents sons élémentaires sont brouillés dans des proportions très variables. Par exemple, des syllabes telles que *roi*, *chat*,... passent presque toujours intactes. Au contraire, *zun*, *frein*,... seront très fréquemment détériorées. Cela explique pourquoi certaines listes de syllabes, conte-

1. Bibl. : n° 11.

2. Bibl. : n° 19-20.

3. Bibl. : n° 22.

mais plus des premières, sont toujours mieux transmises que d'autres contenant davantage des dernières (1). Cela montre également qu'il est inutile de recenser les fautes commises sur les premières, à moins que la déformation ne soit considérable.

D'autre part, il est assez naturel de supposer qu'il existe une relation entre certaines déformations de la transmission et les défauts d'articulation observés. Les sons ont été analysés, et leurs spectres de fréquences relevés par plusieurs auteurs (2). Par exemple, le son *i* comporte deux maxima : l'un vers 700, l'autre vers 2.000; au contraire, le son *o* ne comporte qu'une seule pointe, vers 700 (fig. 1). Si donc nous transmettons le son *i* à travers un système affaiblissant notablement les fréquences de l'ordre de 2.000, ce son doit être systématiquement transformé en *o*. Réciproquement, si un système inconnu transforme systématiquement les *i* en *o*, ne sommes-nous pas en droit de supposer que le défaut de ce système est précisément d'affaiblir les fréquences aux environs de 2.000? Plus généralement, serait-il possible de dresser un tableau des erreurs systématiques observées dans les essais d'articulation et de lui faire correspondre un tableau des défauts qui les causent?

C'est ce que nous nous sommes efforcé de déterminer; la réponse n'était pas évidente *a priori*, parce que les défauts existant dans la pratique ne sont pas des changements brusques de la caractéristique, et parce que les spectres de fréquence publiés, étant relatifs aux sons de la langue anglaise, ne doivent être appliqués que sous toutes réserves aux sons français analogues.

Nous nous sommes donc proposé d'étudier systématiquement les erreurs commises dans l'interprétation des différents sons élémentaires sous l'effet d'une déformation connue.

Dispositif expérimental. — Il consistait :

Premièrement, à réaliser une *transmission étalon* aussi bonne que possible ;

Deuxièmement, à y introduire une déformation connue ;

Troisièmement, à faire une série de mesures d'articulation.

1. Bibl. : n° 22.

2. Bibl. : n° 1, 8, 10, 13, 14.

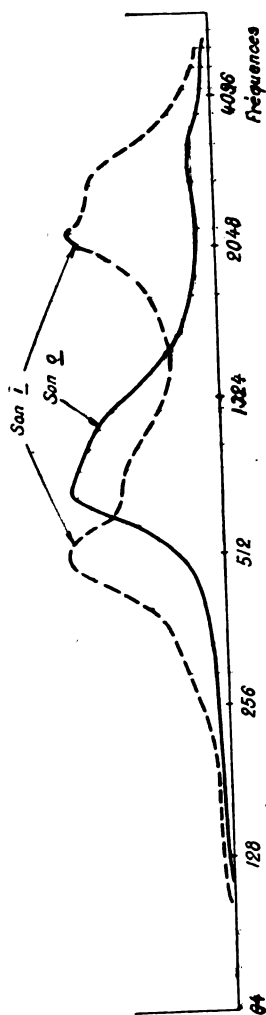


Fig. 1. — Spectres de fréquences.

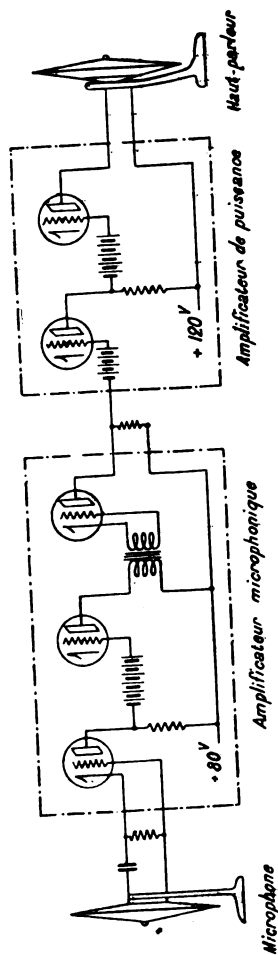


Fig. 2. — Transmission étalon.

aux liaisons par résistances et capacités, qui, malgré leur réputation, introduisaient une distorsion fort appréciable, sans doute à cause de la détection qu'ils produisent inévitablement (1).

Le dernier étage, formé d'une lampe R T. 56, alimentait directement le haut-parleur, un autre bicône Western.

L'ensemble était ajusté pour donner une réception confortable en haut-parleur quand l'opérateur à l'émission parlait, sans élever la voix, à environ 50 centimètres du microphone.

Pour ce niveau sonore, la caractéristique en fonction de la fréquence était donnée par la figure 3. Elle s'applique à tout l'ensemble, tel qu'il était monté, et a été obtenue par une méthode décrite en appendice. On voit que, les ondulations mises à part (et elles sont dues autant aux objets environnants qu'au système), la fidélité est raisonnable entre les fréquences 300 et 6.000.

Un tel système donne, suivant les opérateurs et les lots de syllabes, une articulation de 92 à 97 %, en moyenne 94 %. C'est comparable à la transmission directe (2), et nettement supérieur aux communications téléphoniques ordinaires.

Déformations. — a) L'étouffement des fréquences graves a été réalisé, ou bien par l'adjonction d'un condensateur en série avec le microphone, ou bien par l'interposition d'un transformateur accordé sur une fréquence très élevée, de l'ordre de 3.000, ou bien enfin par l'interposition d'un filtre passe-haut de frontière 1.200.

b) L'étouffement des fréquences aiguës a été obtenu par l'adjonction d'un condensateur en parallèle sur le haut-parleur, ou bien par interposition d'un transformateur accordé sur des fréquences graves (300 ou 400).

c) L'étouffement simultané des graves et des aiguës a été obtenu par interposition, soit d'un transformateur accordé sur des fréquences moyennes (700, 900, 1.200), soit d'un filtre passe-bande sur les mêmes fréquences.

1. DUBOIS, *Onde électr.* : 1924, p. 285.

2. Cohen a construit un système donnant 96 % d'articulation alors que la transmission directe donne 97 % (Bibl. : n° 20).

Toutes ces déformations étaient réglées pour abaisser l'articulation entre 60 et 80 % suivant les cas.

Mesures d'articulation. — Chaque opérateur lisait un lot de 100 syllabes, écouté simultanément par trois autres. Des permu-

SYLLABE transmise réellement.	SYLLABE NOTÉE par trois écouteurs :		
	1.	2.	3.
tu		pu	
zi			
dé			
zon		zan	zan
dun		din	dan
mon	mo	mo	mo
ré			
son	fan		fon
chi			
té			
ja			
ti	pu	pi	pi
je			
ba	da		da
ji			
fé	sé		
cha			
qui			
sun	san	san	se
bo	bon		be
gui			di
ron			ro

tations étaient ensuite effectuées. Les résultats ci-dessous sont les moyennes de six ou huit opérateurs différents.

Les listes de syllabes étaient formées en prenant au hasard, mais avec une fréquence égale, d'une part les consonnes : *b, c* (ou *k* ou *qu*), *d, f, gu, j, l, m, n, p, r, s, t, v, z, ch* ; d'autre part les voyelles, diphtongues et voyelles nasales : *a, eu, i, o, u, é* (ou *è*), *ou*

oi, *an*, *on*, *in*, *un*. Les syllabes comprenaient deux sons seulement : nous avons fait de nombreux essais avec des syllabes à trois sons (*j-r-in-c-o-l*, ...), mais, n'y ayant rien trouvé de plus, nous les avons abandonnées pour simplifier.

La force de la réception était toujours réglée au mieux, et ses variations à partir de ce maximum n'avaient pratiquement aucune importance.

Le tableau ci-contre donne un exemple des résultats. Les cases en blanc correspondent aux syllabes passées sans fautes.

Résultats. — Mentionnons d'abord quelques résultats généraux intéressants :

1° Ce procédé de mesure de l'articulation est beaucoup plus sensible aux déformations que l'écoute directe. Il suffit, en effet, de très petits défauts pour que l'articulation diminue jusque vers 80 %, alors que la parole reste très compréhensible et que la transmission semble toujours également bonne. Si la déformation augmente encore, elle devient appréciable en première audition ; puis l'articulation, au dessous de 60 %, ne diminue plus que lentement ; presque toutes les syllabes sont incertaines, mais les opérateurs, après hésitation, tombent juste assez souvent. Une articulation au dessous de 40 à 50 % représente une réception franchement mauvaise ; nous sommes cependant persuadé que des chiffres encore inférieurs seraient atteints dans certaines réceptions radiophoniques en haut-parleur, malgré les illusions de leurs possesseurs.

2° Les opérateurs s'habituent à la voix les uns des autres, et ils améliorent peu à peu leur prononciation, presque instinctivement. On ne peut l'empêcher, et c'est pourquoi l'on doit éviter de comparer entre eux des essais faits à des dates éloignées. En revanche, deux essais consécutifs avec les mêmes opérateurs donnent des résultats extrêmement voisins (1 ou 2 % sur une articulation de 80 %). Le choix des lots de syllabes joue naturellement un grand rôle. Nous reviendrons plus loin sur ce point.

3° La limite supérieure des fréquences à transmettre pour reproduire la parole a toujours été fixée vers 2.500. Nous l'avons encore une fois observé. Elever cette fréquence n'augmente pas sensible-

ment l'articulation. Par suite, pour une transmission radiophonique destinée à reproduire la musique de façon artistique, il est d'abord nécessaire que la reproduction de la voix soit parfaitement nette et que l'articulation soit de l'ordre de 95 %. Mais cette condition n'est *encore pas suffisante*, et ne prouve rien quant aux fréquences supérieures du spectre sonore, jusque vers 5.000 ou 6.000, lesquelles jouent un grand rôle pour la reproduction du timbre des instruments de musique. Il suffit d'écouter la plupart des postes récepteurs de T.S.F. pour se convaincre qu'ils sont bien loin de cette perfection.

Mais les résultats les plus intéressants sont obtenus en dépouillant les listes d'erreurs pour déterminer, dans chaque cas, la probabilité de brouillage de *chaque son élémentaire*. Nous avons ainsi dressé les tableaux des erreurs relatives aux différents opérateurs et aux différentes déformations introduites. La comparaison de ces tableaux montre que, s'il existe assez souvent, entre les opérateurs, des divergences notables, cependant la moyenne de plusieurs permet de dégager des observations générales relatives à tel ou tel type de déformation. Un résultat semblable a été trouvé par Crandall (1), qui a donné des graphiques montrant comment varie l'articulation des différents sons avec les limites de la bande de fréquences transmise ; nous avons comparé nos résultats aux siens.

Les sons élémentaires se classent en quatre catégories :

1° *Sons pratiquement imbrouillables*, ou tout au moins qui ne sont notablement détériorés que par des déformations exceptionnellement fortes : *r, ch, l (?)*, *oi, ou, é, eu, u*.

2° *Sons très facilement brouillés*, mais qui *dépendent trop des opérateurs* pour pouvoir caractériser une déformation : *f, d, b, z, (o, a ?)*, *an, on, in, un*. Le son *f* était le plus brouillé dans notre transmission étalon : une fois sur dix. Ce fait est à rapprocher du résultat signalé par Crandall : d'après ses graphiques, il n'a jamais pu obtenir pour le son *f* une articulation supérieure à 92 %, ce qui revient à peu près à notre chiffre. Les sons *a*, et surtout *an, on*,

1. Bibl. : n° 14.

in, *un*, donnent lieu à des fautes très fréquentes avec certains opérateurs. Ils pourraient servir à discriminer si celui qui parle est né sur les bords de la Seine ou sur ceux de la Garonne. Les voyelles nasales n'ont pas été étudiées par Crandall.

3° *Sons brouillés par l'étouffement des fréquences graves* : les déformations du type *a*) produisent toujours des erreurs notables sur les sons : *j*, *gu*, qui, au contraire, ne sont pas sensiblement altérés par les déformations du type *b*).

4° *Sons brouillés par l'étouffement des fréquences aiguës* : les déformations du type *b*) agissent d'abord et surtout sur *p*, *t*, *s*, *z*, *v*, *i*, *n*. Pour les sons *s* et *z*, toutefois, les résultats sont bien moins

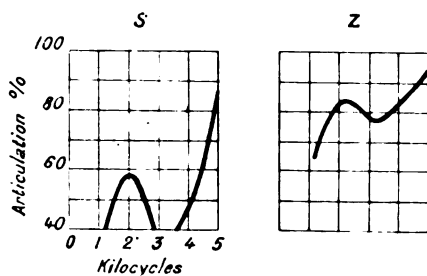


Fig. 4. — Variations de l'articulation en fonction de la limite supérieure de la bande de fréquences transmise.

nets qu'on aurait pu le supposer. Un affaiblissement régulier des fréquences aiguës ne les détériore pas beaucoup. D'autre part, le fait d'admettre les fréquences supérieures à 2.500 peut leur nuire au lieu de les améliorer. Ce fait nous a paru si surprenant, que nous avons d'abord refusé de l'admettre et cru à une erreur, jusqu'à ce que les diagrammes de Crandall nous aient montré qu'il avait observé le même phénomène (fig. 4). On aurait donc tort de se baser uniquement, comme on le fait quelquefois, sur la reproduction des syllabes sifflantes pour apprécier la fidélité dans les fréquences aiguës.

5° Dans le cas où les fréquences graves et aiguës sont simultanément étouffées, on observe à la fois les erreurs 3° et 4°.

Applications. — L'application des remarques ci-dessus est évidente.

Tout d'abord, elles permettent de réduire le nombre des essais et d'en augmenter la précision : il suffit d'augmenter la proportion des sons caractéristiques et de porter spécialement l'attention sur eux. (On devra cependant conserver quelques-uns des sons inutiles, afin que les opérateurs ne s'aperçoivent pas de leur disparition et n'en tiennent pas compte, consciemment ou non, en cas d'hésitation sur une syllabe mal entendue.)

D'autre part, elles expliquent pourquoi certaines listes de syllabes donnent systématiquement plus d'erreurs que d'autres. Pour obtenir des listes homogènes, il faudra y placer, en quantités égales, des sons de chaque catégorie.

Enfin et surtout, elles permettent de préciser le défaut qui cause la distorsion, du moins jusqu'à un certain point. Il suffit de recenser les sons les plus brouillés et de voir dans quelle catégorie ils se placent. En voici quelques exemples :

1^o *Essai d'un haut-parleur.* — Dans le dispositif étalon, décrit ci-dessus, on remplace le haut-parleur bicône Western par un petit haut-parleur à pavillon, de modèle commercial. La proportion des fautes augmente appréciablement, quoique ce haut-parleur semble bon et que la parole demeure très compréhensible. L'articulation est de 88 %. Les sons les plus brouillés se classent ainsi :

Sons :	j	gu	b	f	d	t	p	z
Probabilité de brouillage :	10	8	8	8	7	6	5	2 %.

Il suffit de se reporter aux remarques ci-dessus pour diagnostiquer que ce haut-parleur étouffe les fréquences graves. C'était d'ailleurs assez probable, vu la faible dimension du pavillon. Mais nous l'avons vérifié directement : les sons de fréquence 500 et au dessous sont reproduits beaucoup plus faiblement que par le bicône, et surtout ils sont déformés, leur timbre est altéré et les harmoniques sont très sensibles. Ce haut-parleur avait d'autre part une infériorité marquée pour les fréquences au dessus de 3.000 ; mais, comme nous l'avons dit, ce défaut ne peut être révélé par les mesures d'articulation.

2^o *Essai d'un microphone commercial.* — Le microphone du dispositif étalon est remplacé par un microphone commercial et

son transformateur ; l'amplification totale a été diminuée en conséquence pour obtenir le même niveau de réception. L'articulation tombe à 63 %. Les probabilités de brouillage observées sont les suivantes :

Sons : *gu d f j v z b s n*

Probabilités de brouillage : 70 63 53 43 43 40 33 30 30%.

Il est manifeste que les fréquences graves sont fortement altérées ; les fréquences aiguës, un peu moins. Cela est à peu près d'accord avec les affirmations des constructeurs du microphone.

3^o *Essai d'un casque.* — Au lieu d'écouter au haut-parleur, on supprime deux étages d'amplification et l'on écoute au casque. La parole demeure très compréhensible ; cependant l'articulation descend à 84 %. Les sons les plus brouillés se classent dans l'ordre suivant :

Sons : *b gu z s d f j*

Probabilités de brouillage : 43 30 30 17 15 13 13 %.

Les fréquences graves et aiguës semblent également étouffées. C'est le cas général de la plupart des appareils électro-acoustiques, et notamment des casques, dont les écouteurs ont une membrane résonante aux environs de 800 p.s.. On voit que, contrairement à une opinion assez répandue, on peut avoir une réception en haut-parleur meilleure que la réception au casque.

Conclusion. — Nous ne prétendons pas que les considérations ci-dessus aient une valeur absolue, ni qu'elles permettent dans tous les cas la détermination infaillible des défauts. Elles ont pour but de donner une *indication*, pas autre chose. Mais cette indication peut être précieuse, en raison de la facilité avec laquelle elle est obtenue : sans appareil d'aucune sorte, par une simple dictée de quelques centaines de syllabes.

En particulier, la méthode nous paraît pouvoir rendre quelques services en ce qui concerne l'amélioration des transmissions radio-phoniques. Trop souvent, les constructeurs et les usagers apprécient la qualité d'une audition en se bornant à écouter, pendant trente secondes, la reproduction d'un morceau quelconque : méthode

dépourvue de toute précision, et par suite incapable de conduire à des progrès réels. Les considérations ci-dessus permettraient, au contraire, de diagnostiquer en première approximation dans quel sens on doit chercher : si ce sont les fréquences graves qui manquent, ou si les fréquences aiguës sont étouffées (ce qui est le cas général, en raison de l'excès de sélection), ou les deux, ce qui peut arriver ; enfin elles permettraient l'appréciation quantitative de la fidélité des récepteurs.

APPENDICE.

RELEVÉ DE LA COURBE CARACTÉRISTIQUE D'UNE TRANSMISSION.

Soit une transmission comme celle de la figure 2, comprenant un microphone, un amplificateur microphonique, un amplificateur de puissance, un haut-parleur. Pour l'apprécier et mesurer sa fidélité,

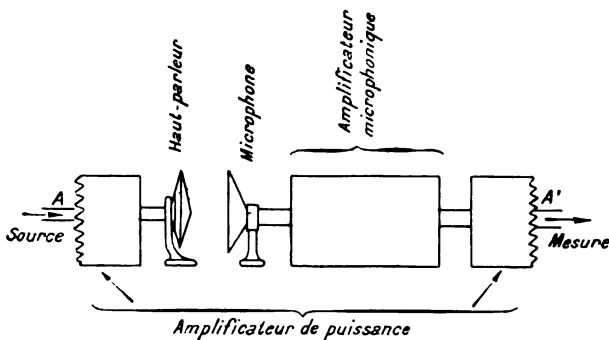


Fig. 5.

il faut tracer la courbe caractéristique de l'énergie à la sortie, en fonction de l'énergie à l'entrée, pour différentes fréquences et différentes amplitudes. C'est très difficile tant que la transmission est sous cette forme : car il faut agir à l'entrée avec une source sonore étalonnée, et recueillir à la sortie l'énergie sonore dans un phonomètre. Or source étalonnée et phonomètre sont des appareils rares et délicats.

Au contraire, le relevé des mêmes courbes devient extrêmement facile dès que l'on dispose les appareils autrement. Plaçons, comme

l'indique la figure 5, le microphone en face du haut-parleur, et coupons le circuit électrique en un point quelconque AA'. Alimenterons en ce point, par une source électrique d'intensité et de fréquence connues ; mesurons d'autre part ce qui en revient après avoir traversé l'ensemble: le rapport des deux intensités mesure l'efficacité de la transmission. Nous avons remplacé les mesures sonores par des mesures électriques, en intervertissant l'ordre des appareils dans la chaîne formée.

C'est ainsi que nous avons relevé la courbe de la figure 3 relative à notre transmission étalon, ainsi que plusieurs autres ; l'amplificateur de puissance était « coupé » avant la dernière lampe amplificatrice R T. 56, que l'on alimentait sous tension constante ; les ordonnées de la courbe représentent la tension recueillie à la place de cette lampe après la traversée du système.

On peut étudier ainsi : d'abord la transmission électrique seule, sans haut-parleur ni microphone ; puis un seul appareil, dont on possède deux exemplaires, l'un servant de microphone et l'autre de haut-parleur ; enfin tout autre par rapport à celui-là.

Bien entendu, dans ce dispositif, la position relative du microphone et du haut-parleur a une grosse importance ; les courbes relevées ont donc une part d'arbitraire ; pas plus, cependant, que dans le dispositif normal, où la position du microphone par rapport à celle de la source, et la position du phonomètre par rapport au haut-parleur, jouent le même rôle et sont tout aussi arbitraires.

La seule précaution à prendre est d'éviter toute action directe de la source sur les amplificateurs, autrement que par la chaîne d'appareils étudiés.

Cette méthode nous semble susceptible d'applications, en raison de sa simplicité, pour l'étude des microphones, des haut-parleurs et des amplificateurs qui leur sont associés.

BIBLIOGRAPHIE.

1. FLETCHER, *The Nature of speech and its interpretation* : J. Frankl. Inst., 1922, 193, p. 729.
2. CRANDALL et MACKENSIE, *Analysis of energy distribution in speech* : Phys. Rev., 1922, 19 ; 3, p. 221.

3. FLETCHER et WEGEL, *The frequency sensitivity of normal ears* : Phys. Rev., 1922, 19, 6, p. 553.
4. WEGEL, *The physical examination of hearing and binaural aids for the deafs* : Proc. Nat. Ac. of Sc., 8, 7, p. 155.
5. KNUDSEN, *The sensibility of the ear to small differences of intensity and frequency* : Phys. Rev., 1923, 21, p. 84.
6. SABINE, *The acoustical power of certain sounds* : Phys. Rev., 1923, 22, p. 303.
7. FLETCHER, *Physical measurements of audition and their bearing on the theory of hearing* : Journ. Frankl. Inst., août 1923.
8. R. PADGET, *Nature and production of speech sounds (vowels)* : Proc. Roy. Soc., A. 102, 1923, p. 752 et A. 106, 1924, p. 150 ; Journ. Inst. El. Eng., 1924, 62, p. 963.
9. WEGEL et LANE, *The auditory masking of one pure tone by another* : Phys. Rev. 23, 1924, p. 266.
10. CRANDALL et SACIA, *A dynamical study of vowel sounds* : Bell S. Tech. Journ., 3, 1924, p. 232.
11. JONES, *The nature of language* : Journ. of A.I.E.E., 43, 1924, p. 321.
12. MARTIN et FLETCHER, *High quality transmission and reception of speech and music* : Journ. Am. Inst. El. Eng., 43, 1924, p. 230.
13. FLETCHER, *Useful numerical constants of speech and hearing* : Bell Syst. Techn. Journ., IV, 3, 1925.
14. CRANDALL, *The sounds of speech* : Bell S. Techn. J., IV, oct. 1925, p. 586.
15. SACIA, *Speech power and energy* : id., p. 627.
16. STEINBERG, *The relation between the loudness of a sound and its physical stimulus* : Phys. Rev., 26, 1925, p. 507.
17. SACIA et BECK, *The power of fundamental speech sounds* : Bell Syst. Techn. Journ., V, 1926, p. 393.
18. MAYER, *Die Prüfung von Lautsprechern* : El. Nachr. Techn., 3, 1926, p. 390.
19. COHEN, etc., *Sur la distorsion et l'intelligibilité des transmissions téléphoniques* : Journ. Inst. El. Eng., Wir. Sect., I, 3 sept. 1926.
- 19 bis. WILLIS et MELHUIS, *Puissance maximum que peut fournir sans distorsion un amplificateur* : B.S.T.J., 5, 1926, 573.
20. COHEN, *A high-quality telephone transmission system* : Post Off. El. Eng. J., 19, 1926, p. 237.
21. KINGSBURY, *A direct comparison of the loudness of pure tones* : Phys. Rev. 29, 1927, p. 588.
22. MAYER, *Mesure de l'intelligibilité des transmissions téléphoniques* : El. Nachr. Techn., IV, 1927, p. 184.
23. GRUTZMACHER et MAYER, *Dispositif enregistreur pour relever les caractéristiques des écouteurs et haut-parleurs en fonction de la fréquence* : El. Nachr. Techn., IV, 1927, p. 203.
24. WOLF et RINGEL, *Loud-speaker testing methods* : Proc. Inst. Rad. Eng., 15, 1927, p. 363.
25. SCHAEFFER, *Neues über Rundfunk-Annahmen* : El. Nachr. Techn., 4, 1927, p. 387.

L'INTRODUCTION DE L'AUTOMATIQUE DANS LES BUREAUX TÉLÉPHONIQUE DE BERLIN ET DE SA BANLIEUE.

(Suite.) ⁽¹⁾

C. ETAT ACTUEL.

1. **Considérations générales.** — Tant que centraux manuels et automatiques coexisteront, il y aura, à la place du central automatique futur, un central manuel avec un mode d'exploitation et un réseau non modifiés. Dans le cas où un nouveau central automatique ne remplace qu'une partie d'un central manuel, la séparation des zones de rattachement d'abonnés se fait ailleurs. Cela donne lieu à des travaux qui ne sont pas des conséquences de la transformation en automatique ; aussi les laisserons-nous de côté.

a) *Les relations des bureaux manuels entre eux.* — Les liaisons « manuel vers manuel » ne sont influencées en aucune façon par les mesures qu'entraîne l'introduction de l'automatique.

b) *Les relations des bureaux manuels vers les bureaux automatiques.* — L'opératrice du bureau manuel (opératrice A) remplit provisoirement, dans l'établissement des communications, le rôle d'un premier sélecteur ; elle relie l'abonné demandeur aux positions à clavier (positions semi-B) du bureau nodal du district considéré. La communication emprunte ensuite un deuxième sélecteur du bureau nodal, puis un troisième et un quatrième sélecteurs, et enfin un connecteur dans le bureau de 10.000 du demandé. L'établissement de la communication par sélecteurs est commandé au moyen des claviers du bureau nodal. Pour se rapprocher de l'exploitation purement automatique de l'avenir, il faudrait que les communi-

1. Voy. *Annales des P.T.T.* : 1928, p. 220.

tions d'un bureau manuel avec un bureau automatique du même district s'établissent directement d'un bureau à l'autre. Ce système nécessiterait l'emploi de claviers dans chaque bureau automatique tant que subsisterait un bureau manuel en service dans son district. Pour éviter cet éparpillement des installations techniques nécessaires et l'augmentation de personnel qui s'ensuivrait, on écoule le trafic des bureaux manuels pour l'intérieur de leur district au bureau nodal de ce district.

On commencera par munir de claviers les seuls bureaux nodaux qui renferment des centraux automatiques dans leur district ; ce sont actuellement les bureaux nodaux C et G ; puis, dès la mise en service prochaine du central automatique Neukölln, on y ajoutera le bureau nodal F. Le nombre de positions semi-B est déterminé par le trafic de l'ensemble de tous les bureaux manuels actuels avec les bureaux automatiques actuels du district ; il dépend donc de deux facteurs : du nombre et de l'importance des bureaux automatiques existant *déjà* dans le district, et du nombre et de l'importance de l'ensemble des bureaux manuels *encore* en service. Le premier facteur augmentera graduellement au fur et à mesure de la transformation en automatique, tandis que le deuxième diminuera de plus en plus avec la disparition des bureaux manuels. En y réfléchissant, on verra aisément que, dans l'hypothèse où la transformation en automatique se poursuivrait sensiblement de la même façon dans les différents districts, le nombre des claviers atteindrait son maximum lorsque la moitié environ des abonnés de Berlin seraient reliés à l'automatique. En réalité, ce ne sera pas au même moment qu'il y aura besoin du maximum de positions semi-B dans les différents bureaux nodaux, car la transformation en automatique ne sera pas également rapide dans tous les districts. On peut compter que le nombre maximum de positions semi-B sera vraisemblablement de 50 en moyenne pour chaque bureau nodal.

c) *Les relations des bureaux automatiques vers les bureaux manuels.* — Les fonctions que rempliront plus tard, dans les bureaux de 10.000, les troisièmes et quatrièmes sélecteurs ainsi que les connecteurs sont provisoirement remplies par une opératrice du bureau manuel demandé. L'abonné automatique demandeur compose

l'indicatif (lettre et chiffre) du bureau manuel demandé, indicatif qui, en principe, est celui du central automatique futur ; il arrive ainsi directement, par un 1^{er} et un 2^e sélecteurs, actionnés exactement comme dans le cas d'une communication purement automatique, à un monocorde du meuble d'arrivée du bureau manuel, où une opératrice reçoit sa demande et le relie à l'abonné demandé. Ceci nécessite l'adjonction, après le deuxième sélecteur, d'organes répéteurs convenables ayant pour objet d'adapter l'exploitation manuelle actuelle à l'exploitation automatique. On donnera plus loin des détails à ce sujet ; bornons-nous à mentionner ici que le nombre de ces organes, pourvu qu'ils soient placés au bureau nodal (ce qui est le cas de beaucoup le plus fréquent), donne lieu à des remarques analogues à celles qui ont été faites pour le nombre des claviers. Il augmente avec le nombre des centraux automatiques dans l'ensemble des districts ; il diminue au fur et à mesure de la disparition des bureaux manuels dans chaque district considéré individuellement. Le maximum à prévoir est de l'ordre de 600 répéteurs, en moyenne, dans chaque bureau nodal.

Les appels des bureaux automatiques aboutissent en principe, dans les bureaux manuels, à des positions B (positions d'arrivée), qui disposent du multiplage des abonnés. Il n'y a exception que dans le cas des bureaux manuels qui, par la suite, seront réunis à d'autres bureaux pour former un ensemble de 10.000 abonnés ou qui, plus tard, seront des parties (bureaux auxiliaires) d'un grand bureau automatique. C'est le cas des bureaux manuels suivants :

Buch, destiné à être bureau auxiliaire de Weissensee (E 6) ;

Kaulsdorf, destiné à être bureau auxiliaire de Lichtenberg (E 5) ;

Oberschöneweide, destiné à être bureau auxiliaire de Niederschöneweide (F 3) ;

Adlershof,

Grünau,

Cöpenick,

Friedrichshagen,

} destinés à être réunis en un seul bureau de 10.000 (F 4) ;

Lichtenrade, destiné à être bureau auxiliaire de Südring (G 5).

Au point de vue technique, il n'y aurait eu aucune difficulté à faire aboutir, dans ces bureaux comme dans les autres, les appels

directement à des positions B. Cependant, pour des raisons d'exploitation et de prix de revient, il a paru logique d'acheminer autrement le trafic destiné à ces bureaux, trafic qui, soit dit en passant, n'est qu'une faible fraction du trafic urbain total. L'indicatif commun prévu par la suite pour les bureaux de 10.000 n'aurait pu être utilisé tant que ces bureaux n'auraient pas été transformés en automatiques. Bien plus, il aurait fallu ajouter un chiffre supplémentaire à l'indicatif pour distinguer chaque partie de l'ensemble des 10.000 abonnés. Par exemple, l'indicatif F 4, prévu pour être commun, par la suite, aux abonnés de Adlershof, Grünau, Cöpenick et Friedrichshagen, aurait dû devenir F 41 pour Adlershof, F 42 pour Grünau, F 44 pour Cöpenick, F 48 pour Friedrichshagen ; l'indicatif de Südring aurait dû être primitivement G 50 et celui de Lichtenrade G 59. On aurait donc été conduit à avoir, pendant une période transitoire relativement courte, et uniquement pour certaines relations de faible importance, des indicatifs de bureaux à trois signaux à côté d'indicatifs formés, en principe, d'une lettre et d'un chiffre, ce qui eût été au plus haut point indésirable au point de vue de l'uniformité de la désignation des abonnés. Remarquons en passant qu'avec ce système on eût été amené à un changement de numéros qu'il est possible d'éviter (par exemple) l'abonné G 50-Südring-2418 serait devenu, après la transformation de Südring en automatique, G 5-Südring-2418).

Au point de vue économique, l'appel direct des positions B de ces bureaux n'était pas non plus à recommander, car cela conduisait à utiliser prématurément des troisièmes sélecteurs, qui auraient été installés, soit provisoirement aux bureaux manuels destinés à former plus tard le bureau principal de 10.000, soit à titre transitoire, sans tenir compte du réseau de câbles projeté, aux bureaux nodaux.

La méthode que l'on a suivie en fait est la suivante : les bureaux auxiliaires futurs sont réunis en groupe d'après leurs positions géographiques, et chacun de ces groupes est désigné par un indicatif qui n'a encore été affecté à aucun bureau. C'est de cette façon que l'on a réuni (voy. fig. 5) :

à l'est : Kaulsdorf et Buch dans le groupe E 9 ;

au sud-est : Oberschöneweide, Adlershof, Grünau, Cöpenick et Friedrichshagen dans le groupe F 9 ;

au sud, Lichtenrade (pour le bureau lui-même) dans le groupe G 0.

Les appels émis lorsque sont composés ces indicatifs aboutissent à un bureau manuel situé à l'emplacement le plus favorable du réseau et, dans ce bureau, à une position A auxiliaire, où l'on établit la communication avec le bureau désiré par les méthodes manuelles, en utilisant le faisceau existant des lignes auxiliaires qui desservent les bureaux manuels. De telles positions A auxiliaires se trouvent :

pour le groupe E 9, au bureau Alexander ;			
—	F 9,	—	Hasenheide ;
—	G 0,	—	Südring.

Pour les liaisons de l'espèce, on n'a pas à connaître le nom de ces bureaux de transit.

Si l'un des bureaux obtenus par ces positions A auxiliaires vient à être transformé en automatique (et cela arrivera rapidement), ce bureau ne sera plus demandé par l'indicatif du groupe, mais par l'indicatif qui lui était destiné au moment de sa transformation finale en un bureau de 10.000, tandis que les autres bureaux de ce groupe continuent à être appelés par l'indicatif du groupe. Ainsi les abonnés n'auront à subir au plus qu'un seul changement de numéros, et cela ne se produira que pour quelques milliers d'abonnés reliés à des bureaux auxiliaires. C'est ainsi que le bureau de Cöpenick, qui, en fin de transformation, recevra 4.000 abonnés, comprendra après introduction de l'automatique les abonnés numérotés de F 4 Cöpenick 4.000 à F 4 Cöpenick 7.999.

2. Passage du manuel à l'automatique. — Avant d'entrer dans le détail de l'exploitation, de la construction et des schémas actuellement en service, donnons encore quelques indications sur la façon dont s'est faite l'année dernière (23 avril 1927) la mise en service des bureaux nodaux. On a décrit dans la première partie de cet article et on a représenté sur les figures 1 et 2 l'état du réseau avant le 23 avril. Le passage d'une exploitation à l'autre devait

avoir lieu en une nuit, ce qui exigeait un effort particulièrement intense de la part de tout le personnel qui intervenait dans cette transformation. Cela a pu se faire sans encombre et sans aucune difficulté, et ce n'est pas là le moindre mérite de la collaboration exceptionnelle des services de l'administration des postes allemande et des constructeurs. Une circonstance importante qui facilita cette transition est que la mise en service des bureaux nodaux ne fut accompagnée d'aucun rattachement d'abonnés à l'automatique ; bien plus, il ne s'agissait, pour les abonnés déjà reliés à l'automatique, que d'une modification d'exploitation, tandis que les communications de bureaux manuels vers les automatiques s'acheminaient toujours de la même façon. On pouvait donc compter *a priori* sur une collaboration intelligente de l'ensemble des abonnés, et, grâce à l'effort intense de l'administration pour instruire ces derniers, cet espoir ne fut pas déçu.

Le passage au nouveau mode d'exploitation comportait les points principaux suivants :

a) Passage, dans les bureaux de Zehlendorf et Spandau, de la numérotation à quatre chiffres à la numérotation à six chiffres, et en même temps, transformation du bureau autonome de Zehlendorf en bureau auxiliaire ;

b) Introduction du trafic entièrement automatique entre bureaux automatiques distincts au moyen de la mise en service des différents dispositifs prévus ;

c) Concentration de tout le trafic émanant des bureaux manuels à destination des bureaux automatiques du sud-ouest au bureau nodal G, et dérivation du trafic émanant des bureaux manuels à destination du bureau de Spandau par le bureau nodal G ;

d) Mise en service des bureaux nodaux dans toutes les circonscriptions pour rendre possible une sélection directe de tous les bureaux à partir des bureaux automatiques ;

e) Mise en service, dans les bureaux manuels, des dispositifs nécessaires pour permettre l'appel de ces bureaux par les bureaux automatiques ;

f) Préparation du réseau des lignes pour réaliser les conditions a) à d) ;

(g Réorganisation de l'appel des services spéciaux dans les bureaux automatiques (annotatrices, trafic direct, appel en cas de danger, télégrammes téléphonés);

h) Construction des centraux d'immeubles rattachés à l'automatique (voy. plus loin);

i) Modifications convenables des indications portées sur l'annuaire, en vue du nouveau mode d'exploitation.

On se fera une idée de l'importance de tous ces travaux en songeant que, pour la seule mise au point des bureaux nodaux, par conséquent sans tenir compte des travaux effectués dans les bureaux automatiques et manuels, on a utilisé environ 250 kilomètres de fil jarretière.

Le passage d'une exploitation à l'autre s'est fait sans difficulté technique, résultat qui ne doit pas surprendre si l'on tient compte des essais qu'avaient effectués pendant des mois tant l'administration que les constructeurs. Au point de vue de l'exploitation, il fallait prévoir que, par oubli ou ignorance, les abonnés des bureaux automatiques feraient encore souvent le 0 (zéro) pour avoir les positions A de Steglitz ou Wilhelm et de là atteindre les bureaux manuels de l'agglomération berlinoise. Le 0 (ou la lettre K), dans l'exploitation actuelle, est réservé aux services spéciaux qui seront étudiés plus loin. Etant donné que ces services spéciaux ne représentent pas un trafic très intense, le nombre des lignes sortant du 10^e niveau des premiers sélecteurs est peu élevé, et l'on pouvait craindre que des abonnés, en commettant cette fausse manœuvre et en attendant que les opératrices du bureau auxiliaire leur répondissent, n'arrivassent à surcharger le petit nombre des lignes sortant du niveau K au point d'empêcher les appels réguliers (appel des annotatrices, etc...) d'abonnés. Cette crainte n'était que partiellement justifiée. Sans doute y eut-il beaucoup d'appels de 0 faits à tort; mais, grâce aux précautions prises, les abonnés qui parvenaient aux deuxième sélecteurs du niveau K étaient reliés à des opératrices placées dans la salle de l'automatique, qui leur indiquaient la nouvelle façon d'opérer et les invitaient à raccrocher. De cette façon, les lignes auxiliaires de niveau K des premiers sélecteurs étaient toujours libérées. D'ailleurs, les abonnés

se sont si rapidement habitués à la nouvelle façon de faire, qu'au bout de quelques jours les appels erronés sur le niveau K étaient devenus très rares. En résumé, on peut dire qu'à tous les points de vue le passage d'une exploitation à l'autre a été extrêmement satisfaisant.

3. Mode d'exploitation actuel. — Venons-en maintenant au détail de l'exploitation actuelle, et tout d'abord donnons une description plus détaillée de l'établissement des communications. Il sera bon d'envisager séparément les quatre types de communications :

- a) Relations automatique vers automatique (entre deux bureaux automatiques) ;
- b) Relations automatique vers manuel ;
- c) Relations manuel vers manuel ;
- d) Relations manuel vers automatique.

a) Dans les relations entre bureaux automatiques, le demandeur compose l'indicatif du bureau puis les quatre chiffres du numéro du demandé. On verra au paragraphe *b* de quelle façon la sélection vers les positions semi-automatiques est garantie. Il n'y a aucune intervention humaine dans l'établissement d'une communication purement automatique, et l'abonné est abandonné à lui-même.

Les signaux acoustiques destinés à renseigner le demandeur sont, en général, bien connus : le signal de numérotage, pour indiquer à l'abonné qu'il peut commencer à numéroter (signal vibré aigu répétant la lettre A en morse) ; le signal de ligne libre (signal vibré aigu à la cadence du courant d'appel : une seconde toutes les 10 secondes), indiquant que le demandeur est relié à une ligne libre ; le signal d'occupation (signal vibré grave permanent), indiquant que la communication ne peut être établie pour le moment, le poste d'abonné demandé ou les lignes auxiliaires y conduisant étant occupées par ailleurs.

Au point de vue du comptage des communications, il faut encore remarquer que, comme cela se fait dans tous les bureaux automatiques de l'administration allemande, le compteur est bien

actionné à la libération des organes, mais (et c'est là une différence avec les schémas habituels) le comptage est préparé dans le premier sélecteur dès la réponse du demandé. De cette disposition, nécessitée par des considérations techniques, résulte que, lors de la coupure de la communication, quand le demandé est pris par l'interurbain, la communication ne peut plus être décomptée et que la taxe est imputée. Dans un but d'unification, on a également renoncé à décompter la taxe lorsque c'est le demandeur qui est pris par l'interurbain. L'instruction sur le service téléphonique (§ 16, V, 2) a rendu régulière cette taxation des communications coupées par l'interurbain.

b) Dans les relations « automatique vers manuel », le demandeur, en composant l'indicatif du bureau demandé, est relié à ce bureau, et une opératrice disposant du multiplage des abonnés achève l'établissement de la communication.

Dans ce cas, contrairement à ce qui se passe dans les relations entièrement automatiques, l'abonné n'a que deux signaux à émettre avec son cadran.

A l'étranger, on a fréquemment utilisé des dispositifs indicateurs d'appels à signaux lumineux disposés au bureau manuel sur les positions d'arrivée reliées à l'automatique. Ces indicateurs à signaux lumineux sont actionnés par l'abonné automatique demandeur ; celui-ci a donc toujours un numéro de six chiffres ou lettres à composer, et l'opératrice établit la communication sans avoir à entrer en écoute. Les raisons qui ont fait écarter l'indicateur à signaux lumineux dans le réseau de Berlin ont été exposées dans l'article de A. Kruckow (*T.F.T.*, 1924, n° 5).

Chaque abonné disposera donc d'une liste des indicatifs (fig. 5) constamment tenue à jour, et il saura ainsi à chaque instant quels bureaux sont transformés en automatique (voy. les remarques sur l'annuaire). La mise à jour de ces listes se fera d'une façon extrêmement simple : l'abonné sera avisé par les journaux, par carte postale et téléphoniquement des noms des bureaux transformés en automatique, noms qu'il devra souligner sur la liste. Les agents du service d'entretien s'assureront, au cours de leurs passages chez les abonnés, que les listes sont bien tenues à jour. D'ail

leurs, si quelques abonnés confondaient les relations automatique vers automatique, et automatique vers manuel, deux cas seraient à considérer : ou bien le demandeur appelant un abonné manuel compose à tort le numéro de cet abonné sur le cadran : alors les quatre derniers chiffres émis restent sans effet, l'opératrice s'annonce et établit la communication régulièrement ; ou bien, demandant un abonné automatique, le demandeur ne compose que l'indicatif du bureau ; cet appel reste alors en souffrance sur les troisièmes sélecteurs du bureau de 10.000 demandé ; pour éviter cet inconvénient, pendant quelque temps après le changement d'exploitation, ces appels sont régulièrement recherchés (c'est un travail particulièrement facile avec les nouveaux types de sélecteurs), de sorte qu'au bout de peu de temps l'abonné est renseigné et peut compléter son appel.

En ce qui concerne enfin le rendement de l'opératrice du bureau manuel, il faut dire qu'avec la réglementation (voy. plus loin) adoptée pour Berlin, il est déjà si favorable, que l'accroissement à obtenir encore par l'exploitation avec indicateurs lumineux d'appel n'est pas en proportion des frais d'une telle installation.

L'indicateur à signaux lumineux étant abandonné à Berlin, il reste encore à examiner (et c'est une question également importante du point de vue de l'exploitation, du personnel nécessaire et de la technique) comment surveiller et compter les communications en provenance de bureaux automatiques traitées par les opératrices manuelles (positions B automatiques) (1). Etant donné la disposition du réseau de l'agglomération berlinoise, on s'est décidé à assurer cette exploitation dans les conditions suivantes : L'abonné automatique, après avoir composé l'indicatif du bureau demandé, est relié à un monocorde de la position B automatique, dont la lampe de supervision s'allume. Lorsque l'opératrice s'annonce en disant ! « J'écoute », on lui indique le bureau et le numéro demandés (voy. plus loin), la fiche est enfoncée dans le multiplage à la façon

1. Il ne s'agit tout d'abord ici que des positions B des bureaux appelés à former plus tard des ensembles de 10 000 abonnés et non pas des positions A auxiliaires dont il a été question à la page 284.

ordinaire, la lampe de supervision s'éteint. Elle se rallume au raccrochage de l'abonné automatique, et l'opératrice coupe complètement la communication établie. L'appel (d'une durée de 1^s,66 toutes les 10 secondes) ⁽¹⁾ est envoyé automatiquement et est coupé de même à la réponse du demandé. Pendant l'envoi de l'appel, le demandeur perçoit, exactement comme dans l'exploitation purement automatique, le signal de « ligne libre ». Pour les communications payantes, le comptage est amorcé, comme dans le cas de l'automatique, dans le premier sélecteur, dès la réponse du demandé, pour devenir effectif, de la manière bien connue, au raccrochage du demandeur. Pour les communications non taxées à destination de postes de service ⁽²⁾, dans le cas de « pas libre » ou de « non réponse », il n'y a pas de comptage (voy. p. 307). L'opératrice n'a donc pas à intervenir dans le comptage. La communication est coupée après le raccrochage de l'abonné automatique, jusqu'au monocrorde de la position B automatique. En même temps, la lampe de supervision se rallume comme signal de fin, et l'opératrice B automatique coupe. Comme le travail de l'opératrice est réduit à l'établissement et à la coupure des communications, on peut compter sur un rendement horaire de 270 communications.

Le trafic des bureaux automatiques avec les bureaux à batterie locale de Reinickendorf et Lichtenberg (ce sont les bureaux à batterie locale existant encore, avec appel spécial et destinés à former un seul bureau de 10.000) a été, lui aussi, adapté aux conditions précédentes en ce qui concerne le comptage et la libération. Cependant, comme les positions B de ces bureaux, à cause du manque d'appel automatique, avaient été précédemment équipées avec lampes de supervision des deux côtés, il n'a pas paru rationnel, étant donné la faible importance du trafic automatique parvenant auxdits bureaux, de transformer les installations exis-

1. La cadence 8,34 : 1,66 des périodes de silence et d'appel tient à ce que la vitesse des machines des bureaux manuels qui donnait primitivement la cadence 5 : 1 a été réduite.

2. Les communications à destination des postes de service ne sont pas taxées : renseignements, surveillance, réclamations, dérangements (*Instruction sur le service téléphonique.*)

tantes, et l'on a renoncé, pour ces centraux, à l'appel automatique et au signal « ligne libre ». La deuxième lampe de supervision ne sert qu'à indiquer à l'opératrice, en cas de non réponse, si elle doit recommencer à envoyer le courant d'appel ; par contre, la deuxième lampe de supervision n'a aucune influence sur le comptage automatique.

Les positions B automatique ne possèdent pas, comme celles qu'on a installées précédemment à Zehlendorf et Spandau (p. 223), de dispositifs de verrouillage fonctionnant lorsque les appels en instance sur une position dépassent un nombre déterminé. Il avait été possible d'obtenir un brassage aussi complet des lignes sortant des deuxième sélecteurs sans un artifice (verrouillage des positions, commutateurs secondaires de ligne) permettant d'obtenir une charge sensiblement uniforme des différentes positions et de leurs monocordes (voy. p. 226 les dispositions adoptées à Lichterfelde, etc...). Bien entendu, on a prévu la possibilité, lors d'un accroissement des positions B automatiques, de concentrer les appels sur quelques positions aux heures creuses.

Pour les positions A auxiliaires des bureaux à faible trafic mentionnées à la page 234, on a conservé le comptage manuel (par enfoncement d'un bouton), car ces positions A en étaient déjà pourvues. L'appel provenant d'un abonné automatique aboutit à un organe d'appel d'abonné ordinaire, et est reçu par l'opératrice, qui s'annonce en disant « j'écoute ». Dès que le bureau du demandé lui est indiqué, l'opératrice annonce : « Je vous donne le bureau » et établit la liaison avec le bureau demandé au moyen des fiches de liaison ordinaires ; ce dernier bureau, après s'être annoncé, achève la mise en communication normalement. La communication est surveillée à la position A auxiliaire au moyen de deux lampes de supervision. Dès que le signal de fin apparaît des deux côtés, l'opératrice A auxiliaire coupe et, si la communication doit être taxée, elle appuie au préalable sur le bouton de comptage. La communication automatique est bloquée jusqu'à la coupure par l'opératrice.

Ainsi qu'on l'a vu à plusieurs reprises, les opératrices, aussi bien les opératrices B automatiques que les opératrices A auxi-

liaires, s'annoncent réglementairement en disant « J'écoute » (mot à mot : « Ici le bureau »). Cette disposition a été souvent critiquée : les abonnés automatiques qui ont composé l'indicatif d'un bureau déterminé s'attendent à recevoir l'annonce de ce bureau lui-même ; il suffirait donc qu'ils indiquassent à l'opératrice le seul numéro du demandé dans ce bureau tandis que l'opératrice, pour éviter les erreurs, ajouterait à la formule « J'écoute » le nom de son bureau. Mais, si l'on tient compte que ce procédé ne peut s'appliquer aux positions A auxiliaires qui écoulent le trafic vers plusieurs bureaux et que, par suite, les formules employées dans les bureaux manuels ainsi que les prescriptions réglementaires ne seraient pas uniformes, on concevra que l'annonce « J'écoute » offre avant tout l'avantage de permettre à l'opératrice qui entre la première en relation avec un abonné pour l'établissement d'une communication de s'annoncer à lui tout simplement comme dans l'exploitation manuelle, en quelque bureau qu'elle se trouve. Les abonnés qui, au début, à l'annonce du « J'écoute », demandaient quel était le bureau qui leur parlait, se sont très vite habitués aux formules réglementaires. Si, ainsi que cela se présente souvent, le demandeur passe sous silence le nom du bureau demandé, l'opératrice B automatique doit, en collationnant, rappeler le nom du bureau, pour qu'il soit possible au demandeur, en cas d'erreur de sélection, etc., de rectifier sa demande. De cette façon, le trafic s'écoule sans difficulté.

c) Les relations « manuel vers manuel » ne subissent aucun changement du fait de l'introduction de l'automatique ; nous n'avons donc rien à signaler à leur sujet. Il convient cependant, pour permettre d'établir des comparaisons avec les indications données ci-dessous pour les relations « manuel vers automatique », de faire connaître quelques principes de l'exploitation purement manuelle. En général, on utilise, dans l'agglomération berlinoise, la méthode de la ligne de conversation ; seul, le trafic avec les bureaux à batterie locale (départ et arrivée) et celui des bureaux avec système de multiplage à deux fils (départ) s'écoule par la méthode d'appel sur la ligne auxiliaire. Les dispositifs de signalisation aux positions A des bureaux manuels, en particulier le fonc-

tionnement de la deuxième lampe de supervision, présentent quelques différences, dues au mode d'exploitation des lignes auxiliaires, par ligne de conversation ou par appel sur ligne auxiliaire, et à l'absence d'appel automatique dans les bureaux à batterie locale et les multiples à deux fils. Les principales de ces différences sont les suivantes : La première lampe de supervision dépend uniquement de l'abonné demandeur, elle s'allume au raccrochage du récepteur. La deuxième lampe de supervision scintille à la cadence suivante : 2^s,8 d'allumage, 0^s,5 d'extinction, tant que le demandé est appelé automatiquement (le demandeur ne reçoit, pendant ce temps, aucun signal) ; elle s'éteint dès que le demandé décroche le récepteur (position de conversation) et ne dépend plus ensuite que du seul abonné demandé ; elle se rallume au raccrochage du récepteur. La deuxième lampe de supervision scintille enfin à la cadence 0^s,5 d'allumage, 0^s,5 d'extinction, lorsque la ligne du demandé est trouvée occupée et que, par suite, la fiche d'appel du dicorde est enfoncée dans le jack spécial de ligne occupée (pendant ce temps, le demandeur perçoit un signal vibré continu).

Dans les bureaux à batterie locale, la lampe de supervision est remplacée par un voyant, disposé de telle sorte que l'extinction de la lampe de supervision corresponde à l'apparition du voyant. A cela près, les principes sont les mêmes.

Le jeu de la deuxième lampe de supervision indique à l'opératrice A si elle doit ou non compter une communication. Le comptage lui-même s'obtient généralement par la manœuvre d'un bouton.

d) Dans les relations « manuel vers automatique », l'usage du clavier est général. Les claviers nécessaires à tous les bureaux manuels d'un district sont groupés au bureau nodal du district. L'établissement d'une communication « manuel vers automatique » s'opère de la façon suivante : Lorsque l'opératrice A du bureau manuel s'est annoncée, le demandeur donne, comme d'habitude, le seul nom du bureau automatique demandé ; il reçoit l'annonce « Je vous donne le bureau », tandis qu'il est relié par ligne auxiliaire au bureau nodal du district renfermant le bureau automatique demandé. L'opératrice de la position avec clavier est reliée automatiquement ; elle s'annonce par les mots « bureau auxiliaire ».

Lorsque le demandeur a reçu les indications « Je vous donne le bureau », puis « Bureau auxiliaire », il sait qu'il doit, avant de donner le numéro de son correspondant, rappeler le nom du bureau demandé. Il est nécessaire de donner deux fois le nom du bureau demandé, parce que c'est seulement au bureau nodal que les demandes à l'adresse des différents bureaux automatiques sont aiguilées vers ces bureaux. L'opératrice doit composer un numéro de cinq chiffres sur son clavier ; sur ces cinq chiffres les quatre derniers sont ceux du numéro du demandé, tandis que le premier est la traduction du nom dans le chiffre de l'indicatif de ce bureau. Par conséquent, la première série d'impulsions émises agit sur le deuxième sélecteur situé au bureau nodal, tandis que les autres séries d'impulsions agissent sur les organes du bureau de 10.000. Après que le clavier a fonctionné (il se libère ensuite automatiquement), le demandeur perçoit, envoyés par le bureau automatique, les signaux acoustiques ordinaires (ligne libre, ligne occupée).

Il convenait de réaliser les signaux de supervision des positions A des bureaux manuels de façon à faire cadrer les nécessités et les possibilités de l'exploitation automatique avec les installations dont on disposait dans les bureaux manuels. Une adaptation parfaite des signaux utilisés dans les relations « manuel vers automatique » et des signaux utilisés dans les relations « manuel vers manuel » ne pouvait être réalisée, pour diverses raisons techniques dont l'exposé nous entraînerait trop loin. On ne le fit pas non plus parce que la signalisation adoptée dans le service « manuel vers manuel » comportait, dans les conditions données, des défauts inévitables, qu'il n'y avait aucune raison d'introduire dans les relations « manuel vers automatique ».

Le tableau d'ensemble de la figure 9 montre quels signaux ont été adoptés dans les relations « manuel vers automatique ». On y reconnaîtra facilement que les signaux de supervision choisis concordent, en principe, avec ceux de l'exploitation manuelle décrits ci-dessus. Pour des raisons techniques, il fallait supprimer le signal scintillé (0°,5 ; 0°,5) du « pas libre » ; par suite, les lampes ne permettent pas de distinguer l'envoi de courant d'appel de l'occupation ; si l'opératrice A doit intervenir, le signal vibré spécial à

Fig. 9.

TABLEAU DES SIGNAUX EN USAGE SUR LES POSITIONS A D'UN BUREAU MANUEL
TRAVAILLANT AVEC UN BUREAU AUTOMATIQUE.

N°	ETAPES de la communication.	ETAT de la lampe de surveillance S ₁₂ :			TONALITÉS :			FORME VERBALE des renseignements à donner par l'opératrice.
		Extinction.	Allumage.	Scintille- ment (*).	Pas de tonalité.	Signal de liberté (†).	Signal d'occu- pation (‡).	
1	Depuis l'enfichage par l'opératrice A jus- qu'à la fin de la course de l'émetteur d'im- pulsion.	●			●			Sur la manière d'opérer de l'opé- ratrice A et les renseignements à donner en cas d'incident anormal dans l'établissement de la commu- nication, voy. circulaire admini- trative du 47-3-37, XIII, fasc. 4, n° 538.
2	La liaison est établie avec une ligne d'abonné libre.			●		●		
3	Conversation en cours.	●			●			
4	La ligne d'abonné est occupée.			●			●	
5	Un sélecteur de groupe a tourné à fond de course.			●			●	

[illegible]

chacun de ces cas lui permet de faire la distinction. Il faut saluer comme un progrès appréciable sur l'exploitation purement manuelle le fait que la distinction entre communications à compter et communications à ne pas compter est devenue absolument uniforme ; une communication doit être comptée si la deuxième lampe de supervision reste allumée en permanence, elle doit ne pas l'être dans tous les autres cas.

4. Types d'organes utilisés. — Le début de la transformation du réseau de Berlin en automatique coïncide avec une transforma-

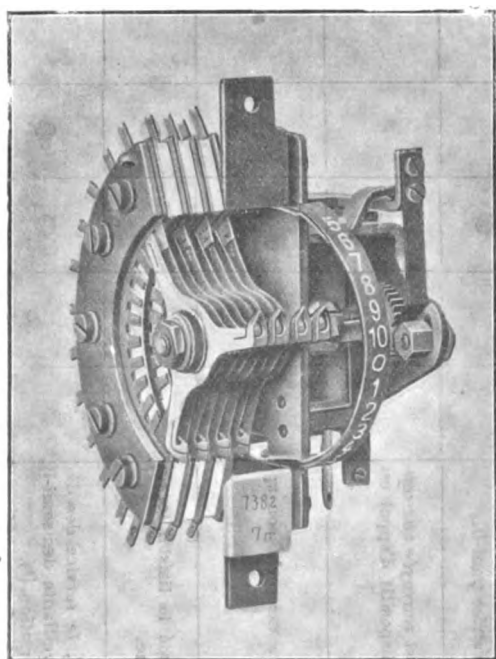


Fig. 10. — Premier présélecteur d'ancien modèle.

tion complète de la construction des organes. Au fur et à mesure de l'introduction de l'automatique en Allemagne, les efforts de l'administration combinés avec ceux des constructeurs tendaient à améliorer et à rendre plus économique la construction actuelle des organes automatiques, avec, pour but final, la réalisation d'un

organe unique qui, en même temps qu'il fonctionnerait d'une façon particulièrement précise et exempte de dérangement, occuperait le minimum de place. Il est bien évident que ce résultat ne pouvait être atteint du jour au lendemain, mais que les essais nécessaires devaient avoir une assez longue durée. C'est ce qui explique que es bureaux automatiques de l'agglomération berlinoise actuelle-

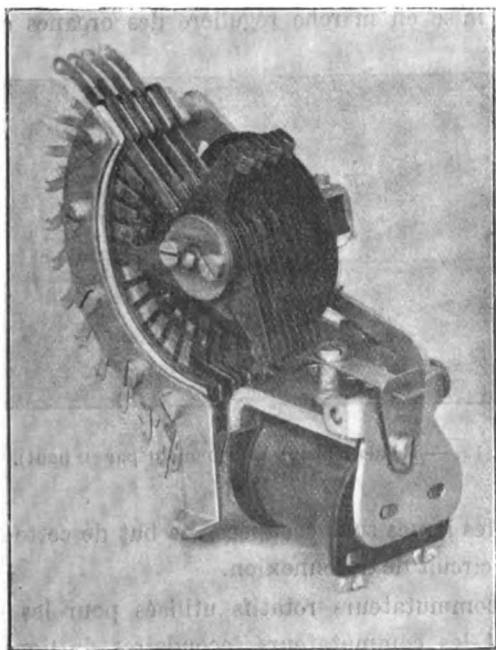


fig. 11. — Premier présélecteur de nouveau modèle.

ment en service et ceux qui le seront sous peu présentent des différences au point de vue de la construction.

Tout d'abord, en ce qui concerne le commutateur rotatif, on utilise, à côté du premier présélecteur (et du deuxième) de l'ancien modèle bien connu (fig. 10), le premier présélecteur (et le deuxième) du nouveau modèle (fig. 11), qui, l'un dans l'autre, tient moitié moins de place. La réduction de volume des organes de sélection s'accompagne d'une réduction de la place occupée par les relais correspondants. C'est pour-

quoi les relais ont, eux aussi, subi une transformation complète.

Les relais normalement utilisés jusqu'ici pour les premiers et deuxièmes présélecteurs ont été remplacés par un nouveau type, dit *relais plat*, dont la forme a été déterminée par la disposition spéciale de la partie mobile (fig. 12). Le nouveau premier présélecteur se distingue de l'ancien en ce qu'il comporte, outre la position de repos, onze positions, dont la dernière ne sert qu'à la mise au repos et à la mise en marche régulière des organes de sélection

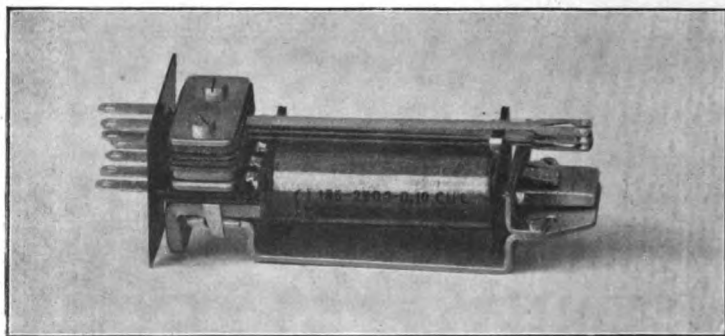


Fig. 12. — Relais plat (vu obliquement par en haut).

lorsque toutes les lignes sont occupées. Le but de cette disposition est d'éviter un circuit de déconnexion.

Pour les commutateurs rotatifs utilisés pour les chercheurs d'opératrices et les commutateurs secondaires de ligne, l'encombrement n'est, en général, qu'un facteur secondaire ; aussi, jusqu'à nouvel ordre, continue-t-on d'employer les types anciens.

Parmi les sélecteurs utilisés à Berlin, l'ancien modèle de sélecteur Siemens et Halske (sélecteur 10, fig. 13) est un organe bien connu. Il sera dans la suite remplacé par les organes dénommés *sélecteur rectangle*, dont le principe est le suivant : Du fait de l'absence de l'électro-aimant de libération, ils ne reviennent pas au repos en suivant le même chemin que pour la mise en place, mais, au moment de leur libération, ils poursuivent leur rotation jusqu'à l'extrémité du banc de contacts, tombent en arrivant à l'extrémité droite de ce banc de contacts, puis retournent rapidement à

leur position de repos en passant au dessous du banc. Leurs frotteurs décrivent donc, en partant de la position de repos et en y retournant, une trajection rectangulaire. Rappelons que le premier type de sélecteurs en rectangle est le sélecteur Siemens 22 ; il ne se rencontre que dans le bureau de Lichterfelde et a très vite cédé la place au sélecteur Siemens 26 (fig. 13). Celui-ci sera utilisé à Berlin

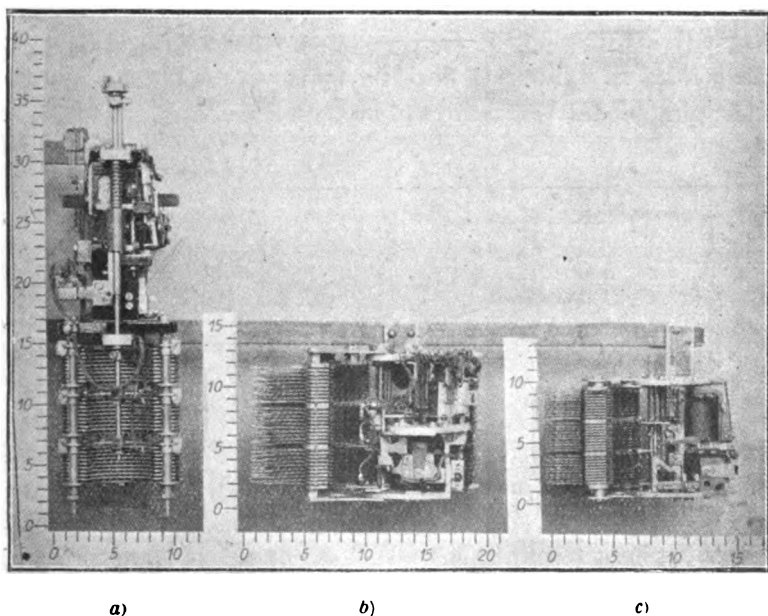


Fig. 13.

- a) Sélecteur à mouvement d'ascension et de rotation (modèle 10).
 b) Sélecteur Siemens : 6 (sélecteur à course rectangulaire).
 c) Sélecteur type (sélecteur Siemens 36).

sur une grande échelle (dans les neuf bureaux nodaux et dans les prochains bureaux les plus importants, à l'exception de Jannowitz). Sur ces entrefaites, on a réalisé un nouveau progrès avec le nouveau sélecteur type (sélecteur en rectangle, Siemens 36, fig. 13), qui sera par la suite le modèle unique construit par toutes les maisons allemandes et qui est le couronnement des travaux faits jusqu'ici.

Les sélecteurs en rectangle sont disposés (et cela les distingue des sélecteurs précédents) en rangées verticales avec multiplage en câble ruban (en fil nu dans le sélecteur Siemens 22). L'un dans

l'autre, le sélecteur Siemens 26 occupe les deux tiers et le sélecteur Siemens 36 la moitié de l'espace pris par le sélecteur 10. Pour plus de détails sur la construction des sélecteurs Siemens 26 et 36, on se reportera à l'article de H. Martens (*T.F.T.*, 1926, n° 10).

5. Schémas des organes automatiques. — En même temps que l'on s'occupait d'améliorer la construction des organes utilisés jusque-là, on développait de nouveaux schémas et on les adaptait aux conditions spéciales à Berlin. C'est ainsi que l'on fut amené à tenir compte des perturbations produites sur les lignes télépho-

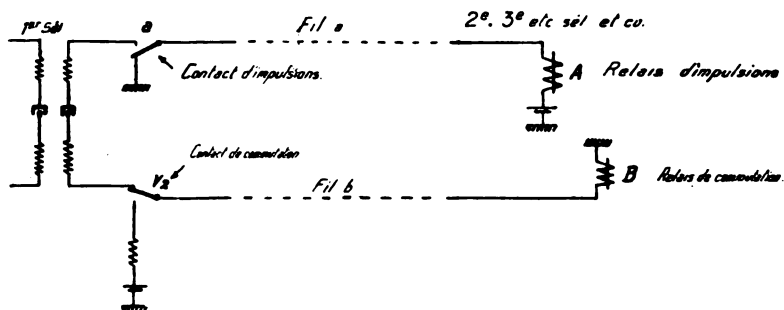


Fig. 14. — Schéma de l'ancien mode d'envoi des impulsions.

niques par les courants industriels et des grandes distances (jusqu'à 50 kilomètres) que l'on rencontre dans le réseau urbain de Berlin. On préparait de plus, au point de vue des schémas, l'exploitation avec lignes auxiliaires à deux fils. La caractéristique la plus saillante des nouveaux schémas utilisés à Berlin est la modification apportée au mode d'envoi des impulsions à partir des premiers sélecteurs. Alors que, dans les schémas utilisés précédemment, les impulsions étaient simplement émises sur le fil de ligne a, le fil b n'étant utilisé que pour faire la commutation et passer du mouvement d'ascension au mouvement de rotation au moyen d'un relais (V_2 dans le premier sélecteur) (fig. 14), dans les schémas nouveaux utilisés à Berlin les deux fils seront utilisés de la même façon (montage symétrique) pour la transmission des impulsions (fig. 15); la commutation sera obtenue directement dans chaque sélecteur par un relais (B) à relâchement retardé. Les troubles que pourraient

causer éventuellement soit les lignes de courants industriels, soit des différences de potentiel du sol, sont alors de sens opposés sur les deux fils de ligne, de sorte que le relais A, qui reçoit les impulsions, n'est nullement influencé. Comme, de plus, le relais d'impulsion comporte deux enroulements identiques en circuits séparés, le nouveau dispositif donne aux impulsions une action double, ce qui augmente la limite de portée du système.

Bornons-nous à mentionner, parmi les autres modifications plus ou moins importantes apportées aux schémas de Berlin, le nouveau mode de comptage des communications. En vue de la

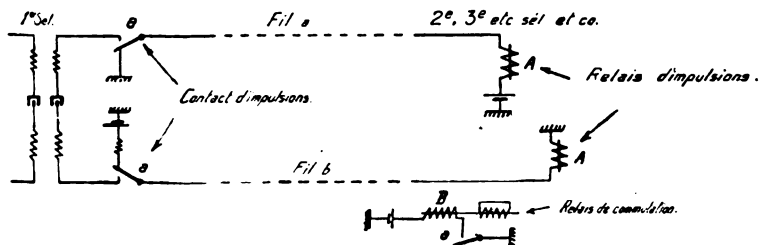


Fig. 15. — Schéma du nouveau mode d'envoi des impulsions.

réalisation éventuelle d'un trafic par lignes à deux fils, il était nécessaire de débarrasser le fil b de chaque ligne de ses fonctions non essentielles. Dans les schémas antérieurement utilisés, le fil b devait, pendant toute la communication et à partir de la réponse du demandé, être tenu prêt à l'envoi de l'impulsion de comptage. On l'évite dans les nouveaux schémas en faisant préparer l'impulsion de comptage dès la réponse du demandé, par la mise en communication du fil b dans le premier sélecteur (fig. 16).

Les nouveaux principes de ces schémas ont été appliqués dans tous les bureaux automatiques en service et en construction (même dans ceux qui sont équipés avec des sélecteurs 10); les bureaux de Zehlendorf et Spandau, qui, en tant que premiers bureaux automatiques de l'agglomération berlinoise, ont été équipés suivant les schémas en vigueur à l'époque (système S 22), font exception. Or, depuis la mise en service des bureaux nodaux, ces bureaux ne constituent plus qu'un élément de l'ensemble du réseau urbain; ils auraient donc dû, au point de vue des schémas, être insérés dans

le même cadre. Mais, en raison des frais considérables qu'eût entraînés une transformation ou un remplacement de l'ensemble des dispositifs existant à Zehlendorf et Spandau, on a installé, sur les lignes de liaison, des groupes de relais destinés à adapter les deux systèmes l'un à l'autre. Ces groupes de relais ont reçu, du fait de leur fonction, le nom de *transformateurs d'impulsions* ; outre leur fonction de transformateurs d'impulsions, ces groupes de relais remplissent encore divers rôles spéciaux : comptage, test en arrière, liaison, libération, pour assurer la liaison d'un système à l'autre.

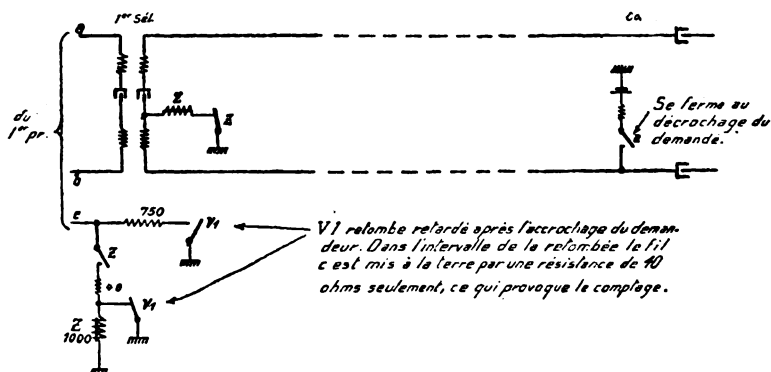


Fig. 16. — Nouveau schéma de comptage.

Pour pouvoir utiliser avec le nouveau mode d'envoi des impulsions et dans les deux sens les lignes auxiliaires sortant des bureaux équipés pour fonctionner avec l'ancien mode d'envoi des impulsions, il était nécessaire de disposer les transformateurs d'impulsions dans les deux directions dans les bureaux de l'ancien système ; ainsi, considérés de l'extérieur, ces bureaux se comportent exactement comme tous les autres. Remarquons encore que ce n'est qu'à Spandau qu'il était nécessaire d'avoir des transformateurs d'impulsions dans les deux directions ; à Zehlendorf, les circonstances étaient plus favorables, parce que sa transformation de bureau complet à quatre chiffres en bureau auxiliaire à six chiffres nécessitait le remplacement des premiers sélecteurs existants par des répéteurs du type bien connu (groupe de relais des premiers sélecteurs), ce qui permettait d'utiliser les nouveaux schémas. C'est pourquoi Zehlendorf ne possède de transformateurs d'impul-

sions que pour le trafic d'arrivée. L'adaptation des deux systèmes l'un à l'autre au moyen des transformateurs d'impulsions a parfaitement réussi et n'a donné lieu jusqu'ici à aucune difficulté.

6. Schémas utilisés pour la liaison avec les bureaux manuels.

— Les schémas utilisés pour assurer la liaison avec les bureaux manuels sont particulièrement intéressants. Le principe directeur de ces schémas est de modifier le moins possible les schémas et dispositifs actuellement employés dans les bureaux manuels.

Pour écouler le trafic venant des bureaux automatiques et aboutissant aux positions B des bureaux manuels, on pouvait, en général, se borner à utiliser les monocordes existants des positions B et leurs groupes de relais. La transmission des signaux d'appel et de fin du bureau automatique au bureau manuel, ainsi que le comptage et le blocage en arrière en sens inverse, nécessitent un répéteur comprenant cinq relais directement placés après le deuxième sélecteur sur les lignes auxiliaires aboutissant aux bureaux manuels (fig. 17). Ces répéteurs sont les mêmes pour toutes les directions, quel que soit le type du bureau manuel ; il est par suite possible, en cas de modification dans la répartition des différentes directions par où s'écoule le trafic ou de suppression d'une de ces directions, de les utiliser pour d'autres relations (comparer les indications de la page 284) ⁽¹⁾.

Dans les multiples à batterie centrale du système à deux fils, l'appel du demandé ne se fait pas, en général, automatiquement dans l'exploitation purement manuelle. Pour unifier le mode d'exploitation dans le sens « automatique vers manuel », il était désirable de rendre l'appel automatique également aux positions B automatiques des multiples à deux fils. On ne pouvait le faire en modifiant les connexions du multiple à deux fils que grâce à des transformations assez complexes ; aussi a-t-on préféré équiper les positions B automatiques d'une façon entièrement nouvelle, conçue

¹ Les répéteurs utilisés pour les relations avec les bureaux à batterie locale présentent certaines petites particularités qu'il est très aisé de faire disparaître ultérieurement quand on utilise ces organes pour des bureaux à batterie centrale.

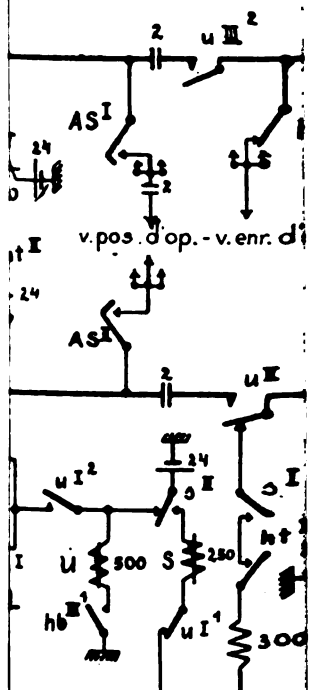
uniquement pour s'adapter aux exigences de l'automatique. C'est là la seule modification profonde qu'il ait fallu apporter, au point de vue technique, dans les bureaux manuels de Berlin par suite de la mise en service des bureaux centraux ; d'ailleurs, cette mesure a d'autant moins d'importance que les multiples à deux fils ne représentent qu'une petite partie des centraux manuels de Berlin et que, d'autre part, étant parmi les plus anciens, ils seront les premiers à être transformés en automatique ; aussi le nombre des positions B automatiques nécessaires dans ces bureaux reste-t-il très faible.

Pour permettre, d'autre part, aux abonnés automatiques de recevoir le signal de « ligne libre » également dans le cas de l'appel d'un abonné manuel, il fallait modifier les dicordes existants, ce qui était possible avec des moyens simples (remplacement d'un relais et d'une self par d'autres comportant un enroulement inductif relié à un vibreur).

La figure 17 représente les organes entrant en jeu dans une communication « automatique vers manuel » (la partie purement automatique n'est figurée que partiellement). La figure donne le principe d'une liaison entre un bureau automatique du dernier modèle et un bureau manuel par un montage appelé *schéma standard* (trifilaire). Dans ce qui suit, nous nous bornerons à donner les principes fondamentaux des schémas qui sont communs à toutes les positions B automatiques. Les signaux d'appel et de fin sont donnés du bureau automatique en passant par le fil b de la ligne auxiliaire et le relais T du monocorde de la position B. Le relais A du répéteur (contact a III) bloque la ligne auxiliaire et le monocorde correspondant pendant le temps qui sépare la libération côté automatique du retrait de la fiche à la position B ; ce relais n'est pas alimenté pendant ce temps, alors qu'il est excité lorsque tout est au repos. L'appel automatique est obtenu par l'excitation du relais S lors de l'enfoncement de la fiche. L'envoi du signal de « ligne libre » est également commandé par l'enfoncement de la fiche (excitation de B et HB).

Au décrochage du demandé, l'excitation du relais d'alimentation A de l'abonné fait passer à 700 ohms la résistance d'environ

éma type) multi
(Ericsson)



80 ohms qui existait sur le troisième fil du relais de connexion de l'abonné, ce qui cause la chute du relais S (enroulement opposé de 435 ohms) dans le monocrorde. Par s II, le relais U est excité ; il se maintient au collage, coupe l'appel, et fait passer en position de conversation. Tous ces dispositifs sont d'application courante en téléphonie manuelle. Le contact s III, qui, en exploitation manuelle, commande l'allumage de la deuxième lampe de supervision de la position A, est utilisé dans l'exploitation automatique pour le comptage automatique. Si l'on considère les connexions du premier fil de ligne auxiliaire (deuxième fil du monocrorde), on constate que ce fil ne reçoit une terre que lorsque, l'abonné étant pris régulièrement et la fiche étant enfoncée (relais H T et H B attirés), le demandé a répondu (S retombé). La terre mise sur le premier fil excite le relais A du répéteur, qui, grâce à une combinaison appropriée de relais, envoie alors l'impulsion de comptage en arrière jusqu'au premier sélecteur. De ce qui précède, il résulte qu'il n'y a pas comptage lorsque la communication n'a pas été établie ou que le demandé n'a pas répondu.

On a résolu d'une façon particulière le problème de l'empêchement du comptage dans le cas de l'occupation et dans celui de l'appel des postes de service ne donnant pas lieu à taxation. Le schéma du monocrorde, ainsi que nous venons de le voir, est tel que l'on ne peut être en conversation (c'est-à-dire les deux fils de ligne reliés, le relais U excité) que si le relais S est retombé. Dans le cas d'appels de postes de service ne donnant pas lieu à taxation, comme dans le cas où la fiche est enfoncée dans un jack d'occupation, les deux fils de ligne sont prolongés plus loin et, dans ce cas-là également, le relais S en retombant met le fil a à la terre ; cette mise à la terre ne doit pas provoquer de comptage. Voici comment on obtient ce résultat.

Grâce à un montage ingénieux des relais de connexion des postes de service ne donnant pas lieu à taxation, le relais S du dicorde, lorsque c'est un de ces postes de service qui répond, ne retombe qu'un court instant, pour demeurer ensuite excité. Ce court instant suffit cependant pour faire cesser l'appel automatique et mettre le dicorde dans la position de conversation. Pendant la

retombée de S, le relais A se trouve attiré dans le répéteur placé au bureau nodal ; on a pris des précautions spéciales pour que cette courte excitation du relais A n'ait pas d'action sur le comptage, en utilisant un dispositif de contrôle du temps.

Voici comment fonctionne ce dispositif : on a prévu par quarante répéteurs) un groupe de six relais de phase (numérotés : I, III ; IV, VI ; VIII, X), qui sont régulièrement excités dans l'ordre de leurs numéros par un commutateur rotatif faisant 10 pas en 10 secondes, et ces relais, par leurs contacts, mettent alternativement à la terre les deux fils reliés aux contacts i des répéteurs. Des deux relais H et J, le relais H est commandé par A, et J l'est à son tour par H, de telle sorte que l'attraction de ce relais est fortement retardée par l'action des relais de phase. L'envoi de l'impulsion de comptage au premier sélecteur n'est possible que lorsque J a été excité. Dans une communication avec des abonnés ordinaires, le comptage a toujours lieu, du fait que, dans ce cas, le relais A est excité en permanence ; l'intervalle de temps compris entre l'excitation de A et l'envoi de l'impulsion de comptage est en moyenne de 2 à 3 secondes et atteint 5 secondes dans les cas les plus défavorables ; c'est un temps inappréciable au point de vue de l'exploitation. Par contre, dans le cas de communications aboutissant à des postes de service sans taxation ou à des jacks d'occupation, il peut arriver à la rigueur, suivant la phase dans laquelle on se trouve, que H s'excite ; mais J ne s'excite jamais, car, dans l'intervalle, A et H sont retombés. Le comptage ne peut donc se produire dans ces cas-là.

Les organes de connexion aux postes de service sans taxation, qui sont d'ailleurs en nombre relativement faible, comportent, outre les relais normaux A et T (relais d'appel et relais de coupure), un relais supplémentaire U, qui a uniquement pour rôle de provoquer la courte retombée du relais S de la manière suivante : à l'enfoncement de la fiche dans le jack KvSA, le relais T s'excite et provoque aussitôt l'excitation de U. Ceci n'a aucun effet sur l'appel automatique. A la réponse du poste de service, le circuit de U est coupé par l'excitation de A, et U retombe (avec un certain retard). Dans l'intervalle qui sépare l'attraction de A de la chute retardée

de U, les 80 ohms du troisième fil sont isolés, et ce n'est que pendant ce temps que, dans le monocorde, S retombe. Pendant toute la durée du reste de la communication, le contact u III (dans les relais de connexion) maintient le relais S (du monocorde) au collage. L'enroulement de 19 ohms de U n'est là que pour maintenir ce relais au collage, dans le cas d'appels provenant d'un bureau manuel, et assurer ainsi l'envoi du signal de fin à la position A du bureau manuel. A cela près, les relais de connexion des postes de service sans taxation se comportent exactement comme ceux d'un abonné ordinaire.

Les jacks d'occupation des positions B automatiques sont les mêmes que ceux des positions B manuelles. A l'enfoncement de la fiche dans un jack d'occupation, le relais S bat à la cadence du scintillement : 0^s,5 ; 0^s,5 (voy. p. 297). La durée de 0^s,5 seconde ne suffit pas pour exciter le relais J du répéteur.

Le schéma des positions A auxiliaires (p. 291) présente un certain intérêt, en ce qu'il montre par quels moyens très simples on a pu utiliser également les positions A avec leur équipement ancien. La ligne auxiliaire venant du bureau nodal aboutit, à la position A auxiliaire, à un jack local ordinaire avec lampe d'appel (fig. 18). Le dicorde, tant du côté réponse que du côté appel, n'est modifié en rien ; on se borne à remplacer les relais d'appel et de coupure propres à chaque abonné par un groupe de trois relais (fig. 18 en haut et à droite). Le répéteur placé au bureau nodal après le deuxième sélecteur comprend deux relais.

A l'appel, le relais A s'excite à la position A auxiliaire par le fil b (F reste au repos dans le répéteur à cause de la grande résistance de A). Lorsque l'opératrice répond, le relais T met, par son contact t II, une terre sur le fil a, ce qui empêche la libération au raccrochage de l'abonné automatique demandeur par le relais VI du premier sélecteur. L'enroulement de 500 ohms du relais A inséré dans ce circuit sert en même temps à la supervision de l'abonné automatique. Lorsque, après réception du signal de fin, on appuie sur le bouton de comptage du dicorde, le relais Z s'excite, ainsi que le relais F du répéteur, par l'enroulement de 500 ohms de Z et le fil b, et c'est ce relais qui envoie, de son côté, le courant de comp-

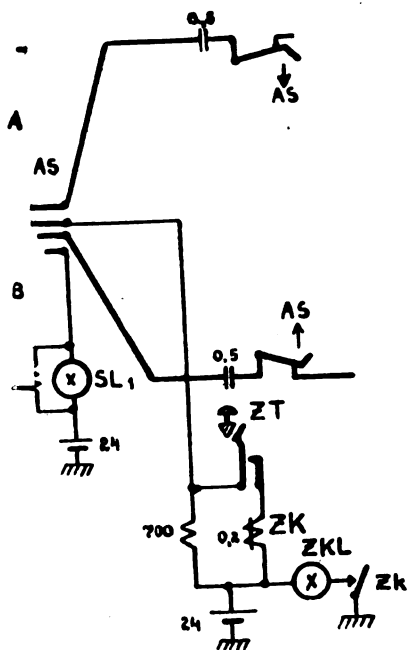
tage sur le fil b. Dans tous les cas, la communication automatique est coupée au retrait de la fiche de réponse, parce que, au retour au repos de T, la terre du fil a est supprimée à la position A et que, par suite, le relais VI du premier sélecteur retombe.

Il est particulièrement intéressant de remarquer qu'il n'est nul besoin de source de courant spéciale, ni pour les positions B automatiques, ni pour les positions A auxiliaires : c'est la batterie de 24 volts du bureau manuel que l'on utilise. Le fonctionnement de ces dispositifs est irréprochable : on n'a jusqu'ici relevé aucun dérangement dû à une erreur de principe, en particulier en ce qui concerne le comptage des communications.

Les schémas relatifs aux relations « manuel vers automatique » sont représentés figure 19. Les groupes de relais utilisés aux bureaux manuels pour chaque ligne auxiliaire de départ (première colonne verticale, à gauche) sont exactement ceux qu'on utilise dans l'exploitation manuelle. Le passage du bureau manuel aux organes normaux du bureau automatique (la figure représente le schéma de principe du bureau nodal G et du bureau automatique de Lichterfelde) nécessite, au bureau nodal, un répéteur comprenant sept relais. Ce répéteur doit assurer non seulement l'occupation, le verrouillage et la libération, mais encore et surtout la transmission, au dicorde de la position A, de l'état dans lequel se trouve le connecteur, pour permettre le jeu de la deuxième lampe de supervision (voy. fig. 9). Le schéma du chercheur d'opératrice, qui se trouve en dérivation sur le deuxième sélecteur, ne présente aucun principe nouveau ; c'est pourquoi nous ne nous y arrêtons pas.

A l'enfoncement de la fiche d'appel dans le jack Kv du bureau manuel, le chercheur d'opératrice et le deuxième sélecteur sont pris par le relais AT du bureau manuel et les relais B et H du répéteur. Le chercheur d'opératrice relie le demandeur au clavier libre d'un envoyeur. Pendant que l'envoyeur émet les impulsions correspondant à la demande de l'abonné, la deuxième lampe de supervision de la position A reste éteinte, parce que le relais L est alimenté par le premier fil de ligne et le contact s III (S est attiré par l'enroulement de 1000 ohms de T_2), et qu'il isole les 80 ohms dans le troisième fil du jack. Ce n'est que lorsque la communication a atteint le con-

2 position A.
i f/s).



necteur et que le courant d'appel est envoyé, que la lampe de supervision se met à scintiller à la cadence $0^s,5 : 2^s,8$ (fig. 9), parce que S est revenu au repos et que le relais VI du répéteur s'est excité et a actionné le contact vl II. Les choses restent ainsi, dans le cas de « pas libre » ou de « non réponse », jusqu'à ce que l'opératrice A coupe la communication. Si au contraire le demandé répond, le relais Z du répéteur s'excite grâce au potentiel auquel se trouve porté le fil b dans le connecteur. Ce relais, en mettant à la terre le fil a au bureau manuel, cause l'extinction de la deuxième lampe de supervision et empêche en même temps, en excitant V_2 , la réapparition du scintillement en fin de conversation (contact v 2 II attiré). Dans les communications aboutissant à des postes de service du bureau automatique et ne donnant pas lieu à taxation, le relais S du répéteur intervient seul pour commander l'allumage de la lampe de supervision ; ce relais est excité pendant la conversation par le fil a du bureau automatique. Comme, dans ce cas, ni le relais Z ni le relais V_4 ne sont excités dans le répéteur, en fin de conversation (chute de S) le scintillement de la lampe recommence (fig. 9).

Les envoyeurs utilisés à Berlin sont des envoyeurs à relais de construction normale. Ils sont constitués par des chaînes de relais placés dans les meubles.

D. LIAISONS AVEC LES POSTES DE SERVICE.

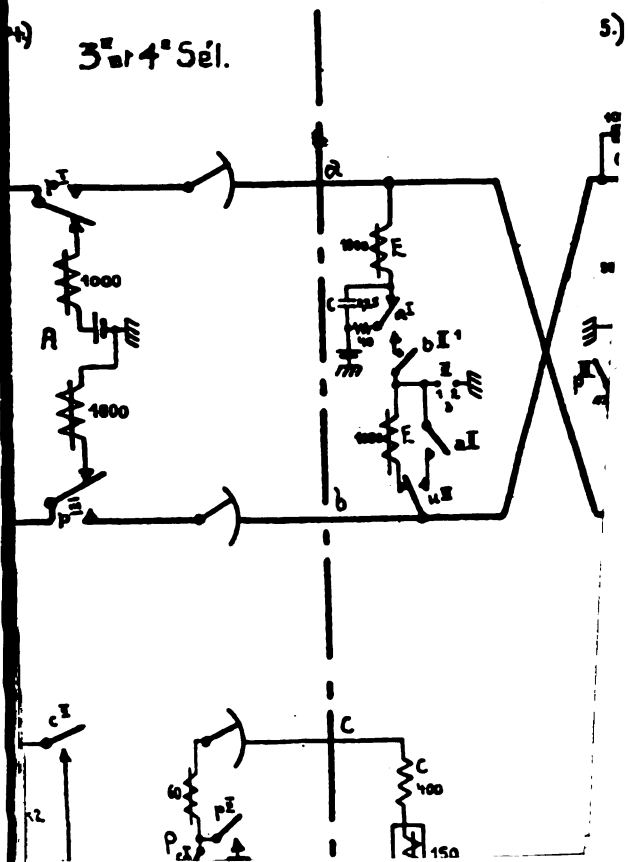
Pour être complet, donnons encore quelques indications sur la façon dont s'établissent les communications avec les postes de service, ainsi que sur le trafic interurbain, le trafic direct, etc... Les postes de service téléphonique au sens restreint sont : les tables de renseignements, le service des dérangements, les tables de surveillance, et les tables de réclamations. Les communications demandées avec ces postes sont gratuites, conformément aux dispositions du paragraphe 16, IV de l'*Instruction sur le service téléphonique*. Les autres postes de service ont des fonctions plus ou moins administratives, comme les abonnements et la comptabilité, ou bien sont les services purement administratifs du bureau télépho-

nique (chef de bureau, bureau du personnel, etc...). Les conversations avec ses services sont taxées.

Le mode d'appel de tous ces postes de service a été unifié par l'administration des postes allemandes, sur tout le territoire, de la façon suivante : Les postes que les abonnés appellent principalement, c'est-à-dire les tables de renseignements et le service des dérangements, sont toujours obtenus par un même numéro. Les lignes aboutissant à ces postes doivent, partout où c'est possible, être reliées directement aux bancs de contacts des premiers sélecteurs, de façon qu'on n'ait besoin que d'un chiffre pour faire la sélection. Ces chiffres ont été en même temps déterminés pour tous les bureaux relevant de l'administration allemande ; ce sont : le 8 pour les renseignements, le 7 pour les dérangements. Pour comprendre les dispositions adoptées à Berlin, il faut se représenter que, par suite de la décentralisation de ces deux services ⁽¹⁾, il ne pouvait être question de les relier directement aux premiers sélecteurs, car alors ces postes n'auraient pu être atteints de tous les bureaux. Par ailleurs, le fait de réserver deux niveaux de sélection pour ces services eût entraîné une réduction considérable du nombre de numéros d'abonnés disponibles, et il n'était pas bon de les réserver dans un but, somme toute, secondaire. On réduit d'autant moins le nombre des numéros d'abonnés que les lignes aboutissant aux postes de service se séparent à un stade plus avancé de la sélection du reste des lignes. Si l'on remarque, de plus, que les changements particulièrement importants qui se produisent dans le mouvement des abonnés du réseau de l'agglomération berlinoise obligent à se montrer très économe de numéros, on conçoit que la meilleure solution est de ne relier les lignes de renseignements et dérangements qu'au dernier sélecteur, c'est-à-dire aux bancs de contacts des quatrièmes sélecteurs. Cette disposition permet de ne sacrifier que 100 numéros dans chaque bureau de 10.000 ; les connecteurs qui correspondraient normalement à cette centaine sont alors remplacés par des cinquièmes sélecteurs, dont le niveau 8 correspond

1. Chaque bureau de 10.000 possède un service de dérangements et de renseignements. La question de savoir s'il y aurait avantage à avoir un service de renseignements centralisé sera examinée plus tard.

Bureau automatique de



aux « renseignements » et le niveau 7 aux « dérangements » (fig. 21). Le choix de la centaine qui desservira ces services est indifférent ; pour des raisons mnémotechniques, on a pris d'une façon générale la centaine 00. Les numéros d'appels sont donc, par exemple, pour les renseignements de Lichterfelde : G 3 Lichterfelde 008, pour les dérangements de Spandau : C 7 Spandau 007. Si un bureau de 10.000 est subdivisé en bureaux auxiliaires, les appels des dérangements et des renseignements ne peuvent naturellement aboutir qu'à celui des bureaux qui comprend la centaine 00. Pour ces mo-

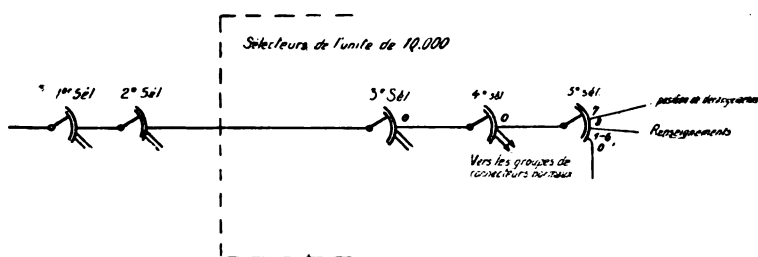


Fig. 20. — Raccordement des positions de renseignements et de dérangements.

tifs, on a concentré le service des renseignements dans un seul bureau auxiliaire, ce qui a également permis une meilleure utilisation du personnel.

Les communications avec les services de renseignements et de dérangements ne sont pas comptées ; cette distinction s'opère automatiquement dans l'exploitation purement automatique, et, dans l'exploitation « manuel vers automatique », elle a lieu du fait que, en fin de conversation, la lampe de supervision recommence à scintiller à la position A (fig. 9).

Pour les autres postes de service on s'est basé sur le principe suivant : les abonnés ne sont en général pas assez familiarisés avec les détails du service pour savoir exactement à qui ils doivent s'adresser dans chaque cas particulier. Il en résulte des appels inutiles et des renvois d'un service à l'autre, qui provoquent des plaintes. Pour éviter ces difficultés, chaque bureau automatique dispose d'un central auquel sont reliés tous les services du bureau, à l'exception des renseignements et des dérangements. L'opératrice qui

dessert ce central s'informe, dans les cas douteux, de ce que désire l'abonné, pour le relier au service compétent. Comme, de plus, ces standards sont reliés par ligne directe au central du service intérieur du bureau lui-même, il est également possible, en passant par eux, de donner, en cas de besoin, des communications avec les services purement administratifs du bureau. Ces centraux sont appelés par un numéro d'abonné à plusieurs lignes et sont reliés aux connecteurs rotatifs du type habituel ; aussi les communications qui y aboutissent sont-elles taxées dès la réponse de l'opératrice. Les communications avec les tables de surveillantes et de réclamations sont décomptées par la suite sur le relevé des communications de l'abonné.

E. SERVICES SPÉCIAUX.

1. Annotatrices. Trafic direct. Appel en cas de danger. — Nous avons dit que le dixième niveau des premiers sélecteurs était réservé aux services spéciaux. Les appels dont il s'agit comprennent, en premier lieu, l'appel de l'interurbain (annotatrices), le trafic direct et l'appel en cas de danger. Le règlement uniforme de l'administration allemande dans tous les bureaux prescrit d'affecter le 0 aux annotatrices, le 9 au trafic direct, le 1 pour l'appel en cas de danger. Dans Berlin et sa banlieue, l'appel en cas de danger comprend l'appel de la police et l'appel des pompiers. Les services spéciaux sont appelés par les numéros sus-indiqués, précédés de la lettre K ; leurs numéros d'appel sont donc :

K 0 pour les annotatrices,

K 9 pour le trafic direct,

K 1 pour la police,

K 2 pour les pompiers.

Pour avoir une meilleure disposition des lignes auxiliaires écoulant le trafic vers les annotatrices et le trafic direct, on a disposé les deuxièmes sélecteurs correspondant au niveau K dans les bureaux nodaux du district du demandeur. De cette façon, on obtient également une concentration du service d'appel en cas de danger par district, ce qui était d'ailleurs également nécessaire du

fait que les zones de police et de pompiers n'ont pas, en général, les mêmes limites que les circonscriptions téléphoniques des bureaux. D'ailleurs, pour le cas d'incendie, on ira encore plus loin dans la voie de la concentration, tous les appels de pompiers devant aboutir à un central commun à tout Berlin (poste principal d'incendie), d'où il sera transmis par le réseau téléphonique d'incendie à tous les postes d'incendie.

Grâce à un dispositif spécial placé au bureau nodal, les appels en cas de danger sont saisis et observés de telle sorte qu'en remontant en arrière d'appareil en appareil on puisse savoir quel est l'abonné qui a appelé, et ceci tant pour le cas où les indications reçues seraient incomplètes que pour permettre de déterminer l'abonné qui aurait appelé sans raison.

Il n'y a pas lieu de donner de détails sur le service interurbain, les annotatrices et le trafic direct, car ces services spéciaux sont en voie de transformation par suite de la construction d'un nouveau central interurbain et de trafic direct. Au départ, les appels à destination de ces services vont des deuxièmes sélecteurs du bureau nodal, par des commutateurs secondaires de ligne existants, directement aux tables d'annotatrices ou aux positions A de trafic direct. Les communications interurbaines elles-mêmes sont établies dans les bureaux automatiques par les groupes intermédiaires habituels avec ligne de service, et cela que l'on ait affaire à un bureau complet de 10.000 abonnés ou à des bureaux auxiliaires. L'opératrice interurbaine reconnaît immédiatement, d'après le nom du bureau, avec quel genre de bureau elle doit établir la communication. De plus, pour certains bureaux automatiques peu importants, on économise une opératrice intermédiaire en utilisant l'installation automatique ; les bureaux sont alors équipés avec des connecteurs spéciaux pour trafic urbain et interurbain, au lieu des connecteurs ordinaires ; ils sont commandés actuellement par cadran à partir d'une position auxiliaire du bureau de Merkur, et le seront plus tard (après mise en service du nouvel interurbain) à partir d'une position intermédiaire d'un bureau automatique du même ensemble de 10.000 abonnés. Ces connecteurs spéciaux ne sont actuellement utilisés qu'à Wannsee et Schmöckwitz.

Les communications de trafic direct à destination de bureaux automatiques sont obtenues au moyen des positions à clavier des bureaux nodaux destinés au trafic urbain, par les dispositifs automatiques normaux.

2. Télégrammes téléphonés. — L'appel des télégrammes téléphonés dans les réseaux automatiques s'obtient, d'après la réglementation uniforme de l'administration allemande, au moyen d'un numéro d'abonné ordinaire (numéro d'abonné à plusieurs lignes). A Berlin, le service de réception des télégrammes téléphonés est rattaché au bureau manuel « Norden » ; par suite, ce service s'obtient comme un abonné manuel dans le multiplage du bureau Norden (indicatif : D 1). Les lignes auxiliaires directes des positions A des bureaux manuels aux télégrammes téléphonés ne sont affectées en rien par la transformation en automatique.

F. CONCLUSION. PROGRAMME DES PROCHAINES TRANSFORMATIONS.

Nous avons voulu montrer, dans cet article, de quelle façon simple et claire se poursuivra la transformation en automatique du réseau de l'agglomération berlinoise, tant au point de vue technique qu'au point de vue de l'exploitation. Ces facilités sont dues, avant tout, au choix d'un système aussi simple, aussi maniable, aussi souple que le système décimal pas à pas sans enregistreur ni traducteur. La souplesse du système est telle, qu'il peut s'adapter à tout instant, sans qu'il y ait à modifier la conception fondamentale du réseau, à des modifications éventuelles (toujours possibles) de la répartition géographique des abonnés. Si, par exemple, la capacité maximum d'un district devait être atteinte avant l'époque prévue, il suffirait d'insérer dans ce seul district un nouvel étage de sélection entre les deuxièmes et les troisièmes sélecteurs, pour décupler sa capacité ; cela ne changerait rien aux schémas ni aux dispositifs techniques utilisés.

Pour terminer, nous pensons bien faire en jetant un coup d'œil sur l'état actuel de la construction des nouveaux bureaux

automatiques. Actuellement, sont en service les bureaux de :

Lichterfelde	(6000) (1)	G 3,
Breitenbach	(4000)	G 6,
Zehlendorf	(3600)	G 4,
Wannsee	(2000)	G 4,
Spandau	(3000)	C 7,
Neukölln	(9000)	F 2.

Voici les prévisions pour la mise en service des automatiques :

Jannowitz	(6000)	F 7	} en 1927,
Baerwald	(8000)	F 6	
Berolina	(10000)	E 1	
Kupfergraben	(10000)	E 2	
Bavaria	(9000)	B 4	} en 1928.
Buch	(400)	E 7	
Cladow	(200)	G 4	
Lichtenberg	(5000)	E 5	
Reinickendorf	(3000)	D 9	
Niederschöneweide	(2000)	F 3	
Grünau	(1000)	F 4	
Barbarossa	(9000)	B 5	

Si l'on part du fait que l'on s'est proposé de construire annuellement les organes nécessaires pour 40.000 abonnés environ, on peut estimer, en tenant compte des nouveaux abonnements et de la consommation de matériel de rechange, que la transformation sera achevée en quinze ans. C'est donc vers 1942 que le dernier bureau manuel aura fait place à un bureau automatique (*).

1. Les nombres entre parenthèses indiquent la capacité actuelle de ces bureaux ou la capacité prévue à la mise en service. A côté, se trouvent les indicatifs de ces bureaux.

2. Comme complément à ce qui a été dit du bureau de Spandau (p. 224), signalons que l'installation de ce bureau a été réalisée par l'Automatische Fernsprech-Anlagen-Bau-Gesellschaft (N.D.L.R.).

ESSAI DES FOURNITURES DE BUREAU dans l'administration des postes d'Allemagne, ⁽¹⁾

par M. BORNEMANN,
conseiller des Postes d'Allemagne.

L'essai des fournitures de bureau est, pour l'administration des postes d'Allemagne, d'une importance particulière, eu égard à la grande consommation de matériel. Au moyen d'une vérification technique, on peut de prime abord écarter le matériel défectueux. En outre, on est à même de déterminer la livraison qui ne donnera pas lieu à réclamation. Aussi, pour les maisons de commerce elles-mêmes, les conditions de livraison se sont-elles montrées avantageuses dans un grand nombre de cas, car, à cause de ce contrôle, lesdites maisons sont mises à même de perfectionner leurs produits. On a exposé ci-après brièvement les méthodes d'essais du matériel qui ont été appliquées dans les dernières années par le Service technique des télégraphes.

Rubans colorés. — L'essai des rubans colorés s'étend aux cinq points suivants : 1. *Durée* ; 2. *Netteté de l'écriture* ; 3. *Solidité du ruban* ; 4. *Tendance de l'écriture à déteindre* ; 5. *Longueur du ruban*.

1. *Durée.* — Afin de déterminer la durée, on fixe solidement le ruban colorant, et l'on tape une seule et même lettre, d'une façon égale, jusqu'à ce qu'on ne puisse plus lire les lettres sur le papier. Ces essais sont effectués en trois endroits du ruban colorant et l'on prend la moyenne du nombre des impressions. Afin qu'ils se produisent d'une façon bien égale, les coups doivent être frappés machinalement.

1. Article paru dans *L'un'on postale* : no. 10 et décembre 1927.

2. *Netteté de l'écriture.* — La netteté de l'écriture dépend de la qualité du tissu qui est employé pour la fabrication du ruban colorant. Plus les fils sont fins et régulièrement tendus, plus claires seront les lettres imprimées. Sur une surface d'un centimètre de largeur et de longueur, il doit y avoir au moins cinquante fils. On doit mentionner ici que ce sont principalement les fils les plus minces qui doivent être utilisés pour les tissus destinés à la confection des rubans colorants.

3. *Solidité du ruban.* — Plus forte est la solidité du ruban, plus grande est la résistance de celui-ci au choc des caractères de la machine à écrire. La résistance à la rupture doit être d'au moins 7 kilos au centimètre de largeur.

4. *Tendance de l'écriture à déteindre.* — On la détermine en effaçant des caractères fraîchement imprimés ; si l'écriture déteint longtemps encore après l'impression, c'est que la couleur n'est pas mélangée convenablement ou que le ruban est trop fortement coloré.

5. *Longueur du ruban.* — Les rubans colorés doivent avoir, chacun d'après la largeur de la bande, au moins les longueurs suivantes :

Largeur : (mm)	Longueur : (m)
9	12
10 à 16	10
17 à 25	7,50
26 à 38	6

Les rubans colorés sont livrés avec bords coupés ou avec lisières. Les premiers sont coupés en plein tissu ; ils sont reconnaissables à la bordure gommée d'un millimètre de largeur, destinée à empêcher l'effilochage des bords. Les bandes à bords avec lisières, à cause de leur prix, de 15 % environ plus élevé, ne sont guère utilisés que là où elles sont spécialement exigées, ce qui est le cas, par exemple, dans quelques genres de machines à calculer. Actuellement, il existe encore un grand nombre de largeurs de rubans colorés. Par la normalisation, les différences sont écartées.

car la commission constituée à cet effet pour les machines à écrire ne prévoit plus qu'une largeur de 13 millimètres.

Papier carbone. — Plus difficile que l'essai des rubans colorés est celui du papier carbone. On exige d'un bon papier carbone que la couche colorante ne déteigne pas lorsqu'on le saisit avec la main. Lorsqu'on le tient contre la lumière, on ne doit apercevoir que peu d'endroits transparents. Plus on exige de perforations, plus le papier doit être mince. L'épaisseur, chez les meilleurs papiers, qui sont faits de chiffons, est d'environ 0^{mm},05 ; pour les papiers plus épais, de moins bonne qualité, on prend le papier de cellulose. Il ne faut pas confondre avec le papier carbone le papier à décalquer, qui est employé partout où l'on décalque à la main.

Encre. — Une bonne encre doit être assez fluide pour permettre de tracer des lignes très fines ; mais, d'un autre côté, elle ne doit pas être fluide au point de s'étaler sur le papier. Après quinze jours de repos dans un verre, il ne doit se former aucun dépôt important sur le fond du récipient, ni de couronne contre les parois. Il ne doit pas se produire de moisissure, et l'écriture ne doit pas demeurer visqueuse. On détermine la pureté de la couleur en exposant longtemps à la lumière du jour des traits que l'on compare avec ceux d'une bonne encre. Le pouvoir colorant est calculé, au service technique des télégraphes d'Allemagne, de telle façon qu'avec 1 litre d'encre on forme des préparations allant, de demi en demi-litres, jusqu'à 3 litres environ, en ajoutant de l'eau, après quoi on plonge dans chaque mélange deux bandes d'une certaine sorte de papier. Lorsque celui-ci est sec, on détermine, au moyen d'un photomètre, sa transparence à la lumière et, par là, son degré de coloration noire. La couleur noire requise pour l'administration des postes d'Allemagne est établie de façon qu'au moyen de la courbe de transparence à la lumière obtenue par l'expérience précitée, la fluidité nécessaire pour une sorte d'encre, ou, s'il s'agit d'une encre sèche, la quantité de poudre qu'il faut pour 1 litre, puisse être déterminée. Le degré de fluidité a en outre pour

effet de permettre d'apprécier la limpidité de l'encre et sa couleur exacte.

Crayons. — On distingue les crayons à mine de plomb, les crayons à copier (crayons-encre) et les crayons de couleur. Le bois consiste :

- 1° en cèdre véritable (*Juniperus virginiana*) ;
- 2° en cèdre odorant (*Incense zedar*) ;
- 3° en tilleul ou en aune.

Le bois le plus facile à couper est celui du cèdre pur. Il est reconnaissable à l'odeur de l'huile de cèdre qu'il contient. Mais les plantations de cèdre de Virginie sont si peu nombreuses, que l'on en vient de plus en plus à employer le cèdre « incense », qui croît, de même, dans l'Amérique centrale, et qui, avec une couleur un peu plus claire, le cède à peine au véritable cèdre au point de vue de la facilité du coupage. Pour les simples crayons à mine de plomb, on emploie le bois de tilleul ou d'aune, qui, par un traitement particulier, devient facile à couper. Dans beaucoup de cas, ce bois reçoit encore une coloration, afin d'avoir extérieurement une ressemblance avec le bois de cèdre. Bien que les fabriques de crayon donnent toujours l'assurance que le bois en question équivaut au bois de cèdre pour la facilité du coupage, il convient pourtant de signaler que, dans l'administration des postes d'Allemagne, l'imitation du bois de cèdre rencontre encore une grande défaveur.

L'écriture des crayons-encre ordinaires est difficile à lire à la lumière artificielle, parce que cette écriture brille et qu'elle a presque le même coefficient de réflexion que le papier. Pour cette raison, on fait usage, dans la poste d'Allemagne, d'un crayon-encre spécial, non brillant, qui est fabriqué en deux degrés de dureté. La mine contient plus de corps gras, et elle copie, par suite, plus facilement que celle d'un crayon-encre ordinaire. C'est pourquoi on l'emploie, et même autant que possible avec mine dure, seulement dans les bureaux où l'on travaille à la lumière artificielle.

Les crayons à copier sont le plus souvent ronds ; les crayons à mine de plomb et les crayons de couleur sont ronds ou bien à arêtes. Le crayon rond est plus simple à fabriquer et par suite

meilleur marché que le crayon à section polygonale, qui, d'autre part, a l'avantage de ne pas rouler si facilement de la table. Pour l'essai des mines, sous le rapport de la facilité de l'écriture, il n'existe encore aucun procédé valable d'une manière générale. Les essais de l'administration allemande s'étendent à l'usure mécanique et à la détermination de la dureté ; à cet égard, il y a lieu de distinguer entre dureté à l'écriture et dureté de la matière qui compose la mine.

Essai du papier. — L'essai du papier a lieu, en général, d'après la feuille d'instruction Din 827 (matière, solidité, emploi). Le contenu de cette feuille d'instructions s'accorde essentiellement avec les « Dispositions concernant le papier employé par les fonctionnaires de l'Etat » qui ont déjà paru depuis de longues années. On y considère quatre classes de matières, six catégories de solidité et huit classes d'emploi.

Dans les quatre classes de matière, on distingue les papiers d'après leur teneur en chiffons (lin, chanvre, coton) et en cellulose, (bois, paille, jute, etc...) :

Classe I : papiers dans lesquels il n'entre que des chiffons (lin, chanvre, coton) ;

Classe II : papiers de chiffons avec, au maximum, 25 % de cellulose (de bois, paille, esparto, jute, manila, adansonie, etc...), à l'exception cependant de filaments de bois ;

Classe III : papiers faits d'un mélange de matières prises à volonté, mais à l'exclusion de filaments de bois ;

Classe IV : papiers confectionnés avec un mélange choisi à volonté.

Le contenu en cendre des papiers de toutes les classes est libre.

Dans les catégories concernant la solidité, on distingue les papiers d'après la résistance au déchirement, à l'étirement et au pliage. La résistance au déchirement s'exprime par la longueur, mesurée en mètres, d'une bande de papier qui se déchirerait par son propre poids. La largeur de la bande n'a pas d'importance. La résistance au déchirement est comprise, d'après la feuille d'instructions précitée, entre 1000 et 6000 mètres. Tandis que, dans l'essai

des matériaux, on tient compte, en général, de la rupture transversale, ce mode de calcul n'a pas été adopté pour le papier, parce que des erreurs importantes pouvaient se produire dans la mesure de l'épaisseur. Pour rendre l'essai indépendant de cette mesure, on a donc introduit la notion de longueur de papier résistant au déchirement. Outre cet élément, on établit aussi l'étirement et le nombre des plis que le papier peut supporter.

Au point de vue du mélange de la matière et au point de vue des classes de solidité, les papiers les plus employés dans le commerce sont groupés en huit catégories d'utilisation. Là aussi, on a appliqué le poids au mètre carré ou le poids pour 1000 feuilles. Par exemple, le papier à écrire normal 4a employé dans les bureaux appartient à la III^e classe ; sa longueur au déchirement est d'au moins 3500 mètres ; son étirement est de 2,75 %, et il peut supporter 40 doubles pliages. Le poids s'élève, dans la classe Din A 3, à 10^{kg} 5 pour 1000 feuilles. Tout papier doit contenir une quantité de colle en rapport avec sa destination. Par exemple, sur un papier à écrire trop peu collé, l'encre traverserait, tandis que, pour le papier destiné à la machine à écrire ou qui sert à la polycopie, le collage n'a qu'une faible importance. Les papiers à écrire des classes d'utilisation I à IV sont munis d'un filigrane qui indique la fabrique et la classe. Quoique ce filigrane doive être une garantie vis-à-vis d'une certaine qualité, il a cependant été reconnu nécessaire de soumettre aussi le papier en question à un essai. Pour des buts secondaires, on emploie le papier à écrire de la classe 6. D'autres indications existent dans les classes d'utilisation relatives au papier d'emballage, couvertures de dossiers, papier pour enveloppes et papier pour l'impression.

Papier à copier pour machines à écrire. — Les papiers minces ne contenant pas de bois sont à préférer à ceux qui sont confectionnés avec cette substance, parce qu'ils permettent d'effectuer un plus grand nombre de copies ; en outre, le papier de fibre de bois se casse et se déchire facilement. Dans nombre de cas, on accorde une importance particulière à la consistance de l'encre, c'est-à-dire que l'encre ne doit pas s'étaler ni être trop

transparente. Cette condition est le mieux réalisée avec un papier d'épaisseur moyenne, bien collé et ne contenant pas de bois. L'épaisseur du papier à copier oscille entre 0^{mm},04 et 0^{mm},05, correspondant à un poids d'environ 30 grammes au mètre carré.

Papier d'emballage. — La résistance au déchirement et la longueur limite pour la rupture sont ici d'une importance particulière, afin que le papier ne se déchire pas lors de la confection des paquets. La longueur au déchirement, pour les papiers d'emballage employés dans l'administration des postes d'Allemagne, doit, d'après les expériences qui ont été faites dans les services de cette administration, être d'au moins 3000 mètres. (La longueur au déchirement exprime en mètres la longueur d'une bande de papier que l'on suppose pendue librement et qui se déchirerait par son propre poids.) Le poids d'un mètre carré de papier d'emballage doit être de 70 grammes pour les colis jusqu'à 5 kilos et de 100 grammes pour les colis plus lourds. La grandeur convenable des feuilles est 75 × 100 centimètres ; on peut couper soi-même des feuilles plus petites. L'emploi de papier en rouleau avec un dispositif spécial pour le coupage, pour autant qu'on en ait été informé, n'a pas eu de succès.

Papier buvard. — La qualité du papier buvard est estimée d'après la facilité avec laquelle il aspire un liquide ou d'après sa capacité d'aspiration. Pour déterminer cette dernière, on prélève, sur le papier à examiner, des bandes de 10 millimètres de largeur et de 300 millimètres de longueur. Les bandes sont suspendues au dessus d'un récipient contenant de l'eau, de façon qu'elles baignent dans le liquide sur une longueur d'environ 10 millimètres. Après que les bandes ont été suspendues pendant 10 minutes, on mesure la hauteur de la partie humide. C'est ce résultat qui donne la mesure de la facilité d'aspiration que présente le papier. Dans l'administration allemande, on se sert, d'après les dispositions en vigueur, de deux sortes de papier buvard : l'une pour le service d'exploitation, avec une hauteur d'aspiration de 40 millimètres, et l'autre pour le service des bureaux, avec au moins 60 millimètres

de hauteur d'aspiration. Pour les buvards à tampon, on doit adopter la meilleure qualité ; si on le désire, le papier buvard est livré, dans ce but, coupé en bandes moyennant une légère augmentation de prix.

Ficelle. — Pour la ficelle, les conditions techniques sont déjà établies depuis longtemps ; on utilise en tout quatre sortes de ficelle :

Catégorie A, pour les liasses de lettres ; résistance à la rupture : 10 kilos ; 1150 mètres au kilo ;

Catégorie B, pour le plombage ; résistance à la rupture : 15 kilos ; 550 mètres au kilo ;

Catégorie C, pour les colis jusqu'à 5 kilos ; résistance à la rupture : 30 kilos ; 230 mètres au kilo ;

Catégorie D, pour les colis au dessus de 5 kilos ; résistance à la rupture : 50 kilos ; 160 mètres au kilo.

Pour la catégorie A, on prend le fil de jute 3/6, qui est tordu spécialement pour l'usage de la poste : on peut le couper avec la main, et, comme il n'est point lisse, il n'endommage pas les doigts. Récemment, l'administration allemande a été amenée à employer, pour la confection des liasses de lettres, des ficelles à œilletons ; pour cela, on emploie le cordon 6/2,5 LH, qui, déjà dans les fabriques de ficelle, est coupé suivant une longueur déterminée. La résistance à la rupture, pour 38 kilos, est représentée par une longueur de 340 mètres environ.

La ficelle à plombs doit être serrée et faiblement lisse, afin que le plomb s'imprègne bien dans le tissu. Le diamètre doit être au maximum de 2 millimètres ; le diamètre le mieux approprié est celui de 1^{mm},5 à 1^{mm},7 ; il dépend du diamètre du canal du plomb dans lequel passe la ficelle, et qui, selon les prescriptions, doit être assez grand pour qu'un grain de 2^{mm},2 puisse le parcourir. On doit attacher une importance particulière à ce que le diamètre de la ficelle soit régulier et à ce que les nœuds et les rassemblements ne se présentent que rarement.

Pour ficeler les colis jusqu'au poids de 5 kilos, la corde double est celle qui convient le mieux, et, pour les colis au dessus de 5 kilos,

la corde triple. Elle est faite de fils dont la grosseur est proportionnée à l'usage qu'on en attend, et constitue le matériel indiqué pour les colis. Elle est constituée par du chanvre, de la jute ou les deux mélangés (corde mixte). Elle doit être souple et ne pas présenter de parties dures, qui, par un travail d'expédition prolongée, pourraient blesser la main. Comme la différence de prix entre le chanvre et le jute est actuellement très faible, on devrait employer seulement la corde de chanvre. La ficelle s'achète au poids, et le plus souvent en pelotes de 500 grammes. Pour juger sa valeur économique, il est essentiel de prendre en considération, outre la résistance à la rupture, sa longueur au kilo. Celle-ci doit, dans chaque cas, être établie par une pesée partielle d'au moins 10 mètres de ficelle.

Fil à brocher. — Pour le brochage des dossiers, il convient d'employer le fil de chanvre 2/7 LH (désignation anglaise : 2/12 L). Le diamètre est d'environ 0^{mm},7 ; la longueur au kilo, d'environ 3330 mètres. Avec l'emploi de plus en plus général du classeur et du brochage mécanique, le besoin de fil à brocher sera fortement réduit.

Fil métallique à brocher. — Pour les carnets de chèques et les carnets de mandats le fil métallique blanc nos 21, 22 et 23 (nomenclature américaine des fils métalliques) trouve son emploi. La résistance à la rupture donne la mesure de la qualité de la matière ; elle doit être d'au moins 70 kilos au millimètre carré ; un acier meilleur n'est pas nécessaire. L'étirement doit être faible (environ 1 à 2 %), car autrement le crochet qu'on a formé se plie de nouveau ; d'autre part, il ne doit pas être trop faible, car le fil, lors de la fermeture du crochet, se casserait.

Essai des tissus. — 1. Les sacs de lettres pour l'intérieur et pour le trafic d'outremer doivent être faits de lin ; l'emploi de chanvre ou de coton doit être soumis à une approbation spéciale. Le tissu est constitué par de la toile à voile écruë, non imperméable (doubles fils de chaîne, simples fils de trame). Les sacs sont ronds et tissés sans couture afin d'éviter les vols qui pourraient se produire en défaisant le fil. Le fond se compose d'une étoffe croisée

à quatre épaisseurs. La résistance à la rupture et la position des fils sont indiquées par le tableau suivant :

	RÉSISTANCE. (1)		NOMBRE DE FILS au centimètre.	
	Chaîne. (kg)	Trame. (kg)	Chaîne. (2)	Trame.
Intérieur..	110	110	10 à 11	8 à 8 1/2
Outremer.....	200	200	10 à 12	8 à 10.

Les essais sur la perméabilité du tissu des sacs ne sont pas encore terminés, de même que l'essai pour trouver une mesure de la solidité des sacs au moyen d'une usure obtenue mécaniquement. Les fils de trame doivent être filés au sec pour recevoir un tissage suffisamment épais. En outre, dans les conditions de livraison étudiées par le bureau technique des télégraphes d'Allemagne, on a établi des données sur les dimensions, le poids et la confection des sacs. La réalisation d'une solidité satisfaisante donne encore maintenant ces difficultés aux fabricants.

2. Les serviettes doivent se composer, pour la chaîne, de fil de lin et, pour la trame, de fil d'étoupe de lin ; la résistance d'une bande de 4 centimètres de largeur doit être, dans la chaîne, d'au moins 70 kilos et, dans la trame, d'au moins 40 kilos. On emploie deux sortes de serviettes : une blanche pour les bureaux et une autre, moins fine et demi-blanche, pour les services d'exploitation ; dans cette dernière catégorie de serviettes, la trame consiste en fil non blanchi. D'autres indications sont fournies par le tableau suivant :

	SERVLETTE de bureau.	SERVLETTE d'exploitation.
Poids d'un mètre carré (en grammes)	300	370
Dimensions (en centimètres)	46 × 100	46 × 100
Poids d'une serviette (en grammes)	138	170
Nombre de fils sur 1 centimètre de chaîne.	24	18
Nombre de fils sur 1 centimètre de trame.	15	12

1. Pour une bande de 5 centimètres de largeur et de 36 centimètres de longueur.

2. Double fil

Si les serviettes doivent recevoir une marque de propriété insérée dans le tissu, il est recommandé d'introduire, au moment du tissage, la maison et l'année de la fabrication, ce qui permet de vérifier la durée des serviettes.

3. Les serviettes de nettoyage doivent être confectionnées en trame avec un fil de coton mollement filé, qui rend la serviette spongieuse. La chaîne, au contraire, qui doit donner à la serviette la résistance, consiste en fils minces et bien tordus de lin, de chanvre ou de coton. Celles qui sont faites de jute, reconnaissables, pour la plupart, à leur couleur rouge, ne durent que peu de temps. L'emploi de serviettes pour lesquelles on a pris, en trame, une très courte matière à filer, n'est pas avantageuse, parce que, par le mouvement relâché de la passée, la solidité de ces serviettes dans la direction de la trame est trop faible. La résistance d'une bande de 4 centimètres de largeur doit être, en chaîne, d'au moins 15 kilos et, en trame, d'au moins 10 kilos. L'absorption d'eau est, en moyenne, de 8 grammes par 100 centimètres carrés.

Lampes électriques. — Au service des fournitures, se rattachent aussi les lampes électriques à incandescence, qui, déjà depuis de nombreuses années, ont été soumises à des expériences au bureau technique des télégraphes d'Allemagne au point de vue du rendement lumineux et de la durée. Comme dans d'autres matières, la normalisation a permis d'arriver à une importante simplification, par la fabrication d'une série unique. Les lampes destinées à l'éclairage sont à présent livrées, d'après leur durée, avec 15, 25, 40, 60, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 1000, 1500 watts. L'ancienne désignation en bougies est abandonnée, parce qu'elle n'exprime qu'un seul aspect de l'activité lumineuse. On ne fait plus la différence entre les lampes privées d'air et les ampoules à gaz ; toutes les lampes sont livrées sans pointe ; elles sont munies d'un fil métallique en spirale qui est suspendu sur l'axe de la lampe, soit en zigzag, soit en forme d'anneau, soit verticalement. Le rendement lumineux des diverses lampes est différent ; il est indiqué dans les « Conditions techniques pour la livraison des lampes électriques à incandescence dans l'administration des postes d'Allemagne ».

La durée (en diminuant de 20 % l'intensité lumineuse) est de 1000 heures pour les lampes de 15 à 40 watts, de 600 heures pour les lampes de 60 à 100 watts, de 800 heures pour les lampes au-dessus de 100 watts. Il y a lieu de signaler ici particulièrement qu'en utilisant les lampes au delà de ces durées on ne réalise aucune économie, car, presque à chaque usage du courant, la force de la lumière baisse considérablement et la perte en lumière revient plus cher que les frais d'une nouvelle lampe. Pour les lampes qui se trouvent placées en des endroits soumis à des chocs ou à des secousses (lampes à main, voitures), on construit des lampes spéciales pouvant résister aux chocs.

Autres fournitures. — Pour d'autres catégories de fournitures, telles que cire à cacheter, colle de bureau, colle pour étiquettes, timbres, tampons colorés, savons, brosse, huile de parquet, etc..., des procédés de vérification sont à l'essai.

Enfin il convient d'ajouter que les prescriptions techniques, du fait qu'elles mettent de l'ordre dans le matériel et qu'elles renseignent sur les fournitures, sont un élément important des efforts accomplis en vue de la rationalisation de l'économie allemande.

REVUE DES PÉRIODIQUES.

L'évolution des signaux utilisés par la télégraphie électrique jusqu'à l'unification de l'alphabet Morse (*Deutsche Verkehrs-Zeitung*, 12 novembre 1927). — Lorsque, vers le milieu du siècle dernier, les télégraphes électriques des administrations de chemins de fer et des États furent parvenus jusqu'aux frontières des nations, une difficulté s'éleva. Par l'invention des relais, la technique avait trouvé le moyen d'étendre la portée du trafic, mais elle ne pouvait en poursuivre la réalisation en raison d'un défaut d'organisation. Chaque administration avait, dans sa zone d'exploitation, introduit un système de télégraphe qui lui était propre, et cela sans aucune entente préalable avec les pays voisins relativement aux installations et aux règles de service. Les lignes télégraphiques se terminaient aux bureaux frontières, où les télégrammes étaient reçus à la suite d'une première transmission, puis remis aux télégraphistes de l'autre administration installés dans le même immeuble et le plus souvent dans la même salle, et qui retransmettaient les télégrammes au lieu de destination. Ce transit était rendu obligatoire, parce que les appareils télégraphiques, n'étant pas les mêmes dans les deux pays, ne pouvaient travailler ensemble, et, quand les appareils étaient du même type, parce qu'ils étaient exploités en utilisant des alphabets différents. Des télégraphes à aiguille étaient nés les appareils à double pointe. Dans le télégraphe à aiguille, si l'on envoyait du courant positif, l'aiguille du récepteur déviait par exemple vers la gauche ; si l'on envoyait sur la ligne du courant négatif, l'aiguille du récepteur était déviée vers la droite. En combinant ces diverses déviations, on avait imaginé un alphabet. Le désir d'enregistrer les signaux télégraphiques sur le papier conduisit à l'impression en deux lignes différentes des signaux reçus, suivant qu'ils étaient émis par du courant positif ou du courant négatif. Mais, même pour l'enregistrement composé de deux lignes, on employait des alphabets différents, car tel appareil

n'utilisait que des points tandis que tel autre utilisait à la fois des points et des traits. Ainsi, avec des appareils de même type, on ne parvenait pas non plus à s'entendre, parce que les télégraphistes éprouvaient une insurmontable difficulté à s'assimiler deux alphabets différents. La situation ne changea guère quand le télégraphe à cadran fit son apparition, car les cadrans ne portaient pas tous le même nombre de divisions : les uns en avaient 25 ; d'autres, 28 ; certains, davantage encore. Tous ces inconvénients n'étaient nullement imputables à la technique télégraphique, mais provenaient simplement d'un défaut d'organisation. Il fallait réaliser l'entente des administrations en vue de l'unification des codes de signaux.

La Prusse et l'Autriche furent les premières à reconnaître l'urgente nécessité de relier leurs capitales par des communications télégraphiques directes, sans transit à leur frontière. A la suite d'une conférence qui s'ouvrit à Dresde le 25 juillet 1850, fut fondée l'*Union télégraphique austro-allemande*. On adopta, comme appareil de l'Union, l'appareil que l'Américain Morse avait, quelques années auparavant, introduit en Europe.

Morse avait conçu son appareil dès 1832 et l'avait réalisé en 1835 ; mais ce fut seulement en 1844 qu'il fut pratiquement exploité, lors de la mise en service de la ligne New-York—Washington. Pour son appareil, et dès 1832, Morse avait créé un alphabet ne comprenant que des chiffres et qui, par analogie avec le télégraphe optique qu'il avait vu en France, ne devait servir à transmettre que des télégrammes rédigés selon un code chiffré. C'est seulement en 1838 que Morse composa une série de signaux télégraphiques particuliers représentant les lettres de l'alphabet. Ici, à côté de points et de traits, il utilisait aussi les pauses pour constituer certains signaux particuliers. Pour diminuer la durée de la transmission d'un télégramme, il avait tenté de former des signaux aussi simples et aussi courts que possible. Les groupes de signaux les plus courts étaient attribués aux lettres de l'alphabet qui se présentent le plus fréquemment dans les mots de la langue anglaise. Morse poussait son économie si loin, qu'en vue de diminuer le nombre des signaux élémentaires servant à représenter une même lettre il avait introduit dans les groupes l'emploi de la pause, c'est-à-dire de signaux très prolongés. Mais, dans la pratique,

ces signaux prolongés se révélèrent comme des causes d'erreur, car il était très difficile de les transmettre et par suite de les traduire correctement, de sorte que les mêmes signaux, étant difficilement discriminés finissaient par être traduits par deux lettres différentes suivant les opérateurs, au lieu d'être traduits toujours par une seule et même lettre, qui n'aurait pas manqué de correspondre à un groupe de signaux mieux caractérisé.

L'appareil Morse et l'alphabet primitif furent employés en 1848 par les Américains Robinson et Chaplin sur la ligne Hambourg—Cuxhaven. Dès les premiers jours, les inconvénients signalés ci-dessus parurent si préjudiciables, que l'inspecteur régional Gerke conçut un nouvel alphabet, d'où étaient exclus tous les signaux prolongés. A l'alphabet Morse utilisé jusqu'alors, Gerke n'avait emprunté, en dehors des points et des traits, qu'un signal ayant deux fois la longueur du trait. Les Américains se rendirent peu de temps après à Vienne, et y construisirent une ligne télégraphique desservie par l'appareil Morse, mais en se servant de l'alphabet de Gerke.

Lorsque la Prusse et l'Autriche, en 1850, décidèrent l'échange direct des télégrammes, les difficultés étaient donc aplanies, car, des deux côtés, non seulement il y avait des appareils Morse, mais on s'y servait aussi d'un même alphabet, celui de Gerke.

L'unification des alphabets fut un problème qui se posa aux autres états demandant à faire partie de l'union télégraphique restreinte, car ces pays n'utilisaient chez eux ni l'alphabet de Morse ni celui de Gerke, mais celui de Bain, de Steinheil ou de Störer. De délibérations qui eurent lieu à Vienne, sortit l'alphabet qui nous est aujourd'hui familier, le code international Morse, qui est obligatoirement utilisé dans les relations internationales, et cela depuis le 1^{er} juillet 1852, c'est-à-dire depuis 75 ans. En l'honneur de l'Américain Morse et en reconnaissance des progrès qu'il a fait faire à la télégraphie, on donna son nom à l'alphabet qu'on venait de créer, bien qu'on n'eût conservé, dans le nouvel alphabet, que quelques-unes des lettres de l'alphabet imaginé par Morse lui-même. L'alphabet Morse international a donc été composé en Allemagne, et à l'origine il ne servit qu'en Allemagne et dans les pays voisins, d'où il se répandit dans le reste du monde à mesure que s'étendaient les relations télé-

graphiques. L'Amérique a conservé jusqu'à présent l'alphabet avec signaux prolongés conçu par Morse en 1838. Morse lui-même était partisan de sa modification, mais on n'a pas cru, ni alors ni depuis, devoir imposer aux télégraphistes cette transformation des signaux, sous prétexte, ainsi que le disait Morse dans un de ses rapports, qu'il faudrait obliger les télégraphistes, non seulement à approuver le nouvel alphabet, mais aussi, en même temps, à oublier l'ancien. Les télégraphes, en Amérique, sont exploités par des compagnies privées, et c'est sans doute cette circonstance qui rend le plus difficile la modification désirée.

L'alphabet adopté par l'Union télégraphique austro-hongroise fut adopté également par l'Union télégraphique universelle constituée en 1865, qui lui donna ainsi sa consécration universelle. Il est devenu une sorte de langue universelle, la langue des télégraphistes, comprise sur tous les points du globe par les télégraphistes de toutes les nations.

Statistique de la durée de service des poteaux de bois sur les lignes aériennes (ARTHUR SIETTLER, *Technische Mitteilungen der schweizerischen Telegraphen- und Telephon-Verwaltung*, 1^{er} octobre 1927). — Considérant que, seules, des statistiques portant sur une longue période de temps pouvaient fournir une idée exacte de la durée des poteaux de bois, la direction des télégraphes suisses a invité les services chargés de la construction des lignes à dresser, à partir de 1912, un tableau exact des quantités de poteaux pour lignes aériennes dont le remplacement avait été imposé pour cause de pourriture ou pour tout autre motif. Malheureusement, ces statistiques ont dû être interrompues pendant les quatre ans de guerre.

Les données concernant les remplacements de poteaux ne portent que sur les lignes aériennes dont l'entretien incombe exclusivement à l'administration des télégraphes et téléphones suisses. N'entrent donc pas en considération les lignes télégraphiques dont l'entretien est du ressort de l'administration des chemins de fer, pas plus que les lignes de montagne dont l'entretien incombe aux abonnés.

Dans le calcul de la durée moyenne des poteaux en question, on a laissé de côté tous les appuis qui ont dû être remplacés à la suite de

dégâts causés par la foudre, le poids de la neige, les avalanches, chutes de rochers, éboulements, tempêtes, incendies, etc...

Il ne s'agit, dans la détermination de la durée des poteaux, que du remplacement des appuis qui, au pied ou à la tête, étaient pourris à un point tel, qu'il paraissait impossible de les conserver plus longtemps à l'endroit où ils étaient plantés.

En Suisse, les bois dont l'emploi est réglementaire appartiennent aux quatre espèces suivantes, de la famille des conifères : l'épicéa, le pin, le mélèze, le sapin, sous la condition, toutefois, que le sapin n'entre pas pour plus d'un tiers dans la livraison totale annuelle.

En ce qui concerne les procédés d'imprégnation, il est à remarquer que, dans la statistique présentée, on n'a fait entrer que les poteaux ayant été traités par le sulfate de cuivre selon le procédé Boucherie.

En 1911 et 1912, on a, il est vrai, à titre d'essai, imprégné environ 6000 poteaux à la créosote par le procédé Rüping ; mais l'emploi de tels poteaux s'étend sur une trop courte période pour qu'on puisse porter à leur sujet un jugement définitif. A la fin de 1926, les services d'inspection des lignes téléphoniques n'ont signalé comme devant être remplacés que neuf poteaux injectés à la créosote, ce qui fait 0,15 % de la livraison sus indiquée. Sur les 750 poteaux créosotés commandés en 1925 et posés sur les lignes, et qui sont tous de plus grandes dimensions, il va de soi qu'il n'y en a encore aucun à remplacer.

En revanche, on peut dire dès aujourd'hui que les injections appliquées à titre d'essai, pendant les deux années de guerre 1917 et 1918, à l'aide de la « Bellit-Neu » (fluorure) n'ont pas donné de bons résultats. Toutefois, on ne doit pas perdre de vue que, par suite des conditions défavorables dues à la guerre, les chantiers d'imprégnation au fluorure ne disposaient pas de sels de fluor suffisamment pur.

Comme poteaux non imprégnés, il s'agit sans exception de mélèzes et de châtaigniers, que l'on pose exclusivement dans les régions où ces arbres poussent, c'est-à-dire dans les régions montagneuses des cantons des Grisons, du Tessin et du Valais.

On doit mentionner que les statistiques ne s'étendent que sur une période, relativement courte, de 11 ans, mais qu'elles portent sur 800.000 poteaux, posés dans les lieux et les sols les plus variés, et qui ont fait l'objet de minutieuses enquêtes. On ne peut dénier à

l'ensemble des résultats trouvés une valeur certaine. Le tableau ci-dessous indique la durée moyenne des appuis pour les diverses années et les différentes espèces de bois, d'après le nombre total des poteaux remplacés pour cause de pourriture et le nombre total d'années pendant lesquelles ces appuis sont restés en service.

ANNÉE du remplacement.	Poteaux provenant de conifères injectés avec du sulfate de cuivre (épicéa, pin, mélèze, sapin).			POTEAUX NON INJECTÉS.						NOMBRE total des poteaux remplacés.
	Nombre de poteaux remplacés.	Durée totale (en années) des poteaux remplacés.	Durée moyenne d'utilisation.	Mélèzes.			Châtaigniers.			
				Nombre de poteaux remplacés.	Durée totale (en années) des poteaux remplacés.	Durée moyenne d'utilisation.	Nombre de poteaux remplacés.	Durée totale (en années) des poteaux remplacés.	Durée moyenne d'utilisation.	
1912	5.058	91.550	18,1	470	7.520	16,0	135	2.876	21,3	5.663
1913	7.020	128.470	18,3	485	7.132	14,7	60	1.380	23,0	7.565
1914	6.323	116.345	18,4	502	7.128	14,2	35	700	20,0	6.860
1919	4.232	88.030	20,8	530	7.581	14,3	306	7.008	22,9	5.068
1920	5.006	103.625	20,7	550	8.250	15,0	50	1.355	27,1	5.606
1921	6.810	143.693	21,1	556	8.953	16,1	10	175	17,5	7.376
1922	8.436	176.152	21,0	510	7.650	15,0	30	714	23,8	8.976
1923	8.252	161.740	19,6	570	10.260	18,0	182	4.732	26,0	9.004
1924	8.810	175.318	19,9	386	6.485	16,8	192	4.028	21,2	9.386
1925	7.965	169.655	21,3	504	7.309	14,5	122	2.557	22,6	8.591
1926	8.918	192.632	21,6	267	4.118	15,4	540	12.582	23,3	9.725
Totaux.	76.830	1.547.210	20,1	5.330	82.386	15,4	1.660	38.307	23,0	83.820

Observations. — Le nombre de poteaux remplacés annuellement est d'environ $\frac{83\ 820}{11} = 7.620$.

Il ne s'agit dans cette statistique que des poteaux effectivement remplacés.

Durée moyenne d'utilisation : pour les poteaux injectés : $\frac{1.547,210}{76.830} = 20,1$ ans ;
: pour les mélèzes : $\frac{82.386}{5.330} = 15,4$ ans ;
: pour les châtaigniers : $\frac{38.307}{1.660} = 23$ ans.

Conclusions. — Les résultats finaux extraits de ce tableau montrent que, sur le total des poteaux en service, 7000 environ, soit 1 % en moyenne, doivent être remplacés annuellement pour cause de pourriture, ce qui, au point de vue économique, peut être regardé comme un bon résultat. En particulier, les poteaux imprégnés au sulfate de cuivre se sont très bien comportés et ont fait honneur à leur réputation, puisque la durée moyenne de ceux de ces poteaux qu'on a remplacés au cours de ces 11 années a été de 20 ans environ.

Les poteaux imprégnés au sulfate de cuivre présentent, sous tous les rapports, de grands avantages économiques, de sorte que l'administration n'a aucun intérêt à abandonner ce procédé d'injection pour le remplacer par d'autres méthodes moins éprouvées.

On peut se poser la question de savoir quels sont les résultats obtenus à l'étranger par l'emploi des poteaux injectés au sulfate de cuivre. Dans la plupart des ouvrages traitant de la matière, on donne pour ces poteaux une durée moyenne de 10 à 14 ans. On trouve, en particulier, dans les statistiques dressées par l'administration allemande, que la durée moyenne de ces poteaux n'est que de 11,7 années. Ce nombre résulte d'observations portant sur 4 millions $1/2$ de poteaux et sur une période de 50 ans.

Si nous pouvons obtenir en Suisse une durée de conservation de 66 % meilleure pour les poteaux traités au sulfate de cuivre, c'est, sans aucun doute, parce qu'on n'emploie que des bois provenant d'arbres de montagne vigoureux et de première qualité, et que d'autre part les instructions de la direction supérieure des télégraphes touchant la mise aux enchères, la fourniture et la réception des poteaux injectés au sulfate de cuivre prescrivent un examen méticuleux des matériaux livrés et le refus de tous ceux qui ne seraient pas absolument satisfaisants.

Remplacement des poteaux injectés et non-injectés. — En ce qui concerne les poteaux employés dans les hautes régions montagneuses des cantons du Valais, du Tessin et des Grisons, on peut, grâce à la statistique des poteaux à remplacer, constater ce fait très intéressant que, dans des conditions de plantation analogues, les poteaux injectés au sulfate de cuivre et les mélèzes non-injectés donnent à peu près la même durée moyenne, qui est de 15 ans seulement. On trouve une aussi faible durée pour tous les poteaux qui sont situés sur les pentes plantées de vignes ou, par exemple, dans les terrains marécageux du canton du Valais, dans la vallée du Rhône.

On peut, avec la plus grande vraisemblance, expliquer par les raisons suivantes le fait que les poteaux implantés aux endroits que nous venons d'indiquer aient une durée de 5 à 7 ans plus courte que les autres. Dans les régions montagneuses, la nature calcaire du sol et ses variations brusques de la température et des autres conditions

atmosphériques (d'une part, chaleur du jour avec insolation intense ; d'autre part, nuits froides), été comme hiver, concourent à exercer une fâcheuse influence sur l'état des poteaux. Le bois ne peut opposer qu'une résistance insuffisante à ces brusques changements de température ; il ne tarde pas à se couvrir de crevasses circulaires nombreuses et profondes, de sorte que la solution de sulfate de cuivre ne peut plus exercer parfaitement son action antiputréfiante.

Dans les terres végétales des pays plats et des plaines, la durée d'emploi des poteaux imprégnés varie de 22 à 25 ans en moyenne.

Pour terminer, on peut encore remarquer que les besoins annuels en poteaux de remplacement diminuent très sensiblement et qu'on ne dépassera guère un nombre approximatif de 6000 poteaux. Cette diminution est due à l'emploi, de plus en plus étendu, de câbles, d'une part pour les lignes d'abonnés, et d'autre part pour les lignes télégraphiques et téléphoniques posées le long des voies ferrées, câbles auxquels on est forcé d'avoir recours par suite de l'électrification de ces voies.

Réinjection. — Pour un grand nombre de poteaux provenant d'anciennes lignes aériennes qui longeaient les voies ferrées avant l'électrification de ces dernières, ou qui avaient déjà servi sur d'autres lignes, on a procédé, au cours des années 1926 et 1927, et à titre d'essai, à une réinjection, soit par le procédé Cobra, soit à la créosote. Il semble qu'on ait trouvé, avec ce dernier procédé en particulier, une solution qui, techniquement et économiquement, atteint le but visé et qui laisse entrevoir la possibilité de réutiliser, pour une autre période d'environ 12 à 15 ans, les poteaux provenant de lignes désaffectées.

INFORMATIONS.

H.-A. Lorentz. — C'est un grand ami, que la France perd en la personne du grand physicien hollandais H.-A. Lorentz, qui vient de mourir à Leyde (1). Il y a quelques mois, à la célébration du centenaire de Fresnel, c'était lui qui prenait la parole pour apporter l'hommage des délégués étrangers, avec quelle éloquence souriante, pétillante d'esprit et de jeunesse, tous se le rappellent encore. Les lecteurs de ces Annales savent quelle influence profonde fut exercée au ^{xvii}^e siècle par les savants hollandais ; mais de nos jours, aucun savant n'a eu une action plus efficace que le physicien de Leyde. Au congrès international de physique, en 1900, H. Poincaré compta au nombre des plus grands progrès accomplis dans les sciences physiques l'annexion du domaine de la lumière par l'électricité, et il constata que la théorie de Lorentz est ce que nous avons de plus satisfaisant. A vrai dire, il lui reprocha d'être en contradiction avec le principe de l'égalité de l'action et de la réaction ; mais, depuis le jour où Maxwell avait imaginé d'appliquer les équations de la mécanique à un mécanisme caché, conçu en dehors de la matière, on courait évidemment au devant d'un conflit certain avec les lois de la mécanique, puisque celles-ci ignorent le rayonnement, d'une façon délibérée ; pour rétablir la généralité des grands principes, il suffit de doter le milieu universel de deux qualités nouvelles : énergie et quantité de mouvement ; on n'y a pas manqué. II. Poincaré discute aussi la théorie de Lorentz d'après laquelle on ne peut jamais mettre en évidence par des expériences d'optique autre chose que les déplacements matériels, aux termes près du premier ordre, et il exprime sa ferme conviction que bientôt l'on aura une explication s'étendant aux termes de tous les ordres. C'est la question de l'existence objective de l'éther. La transformation de Lorentz introduit le temps local

1. Hendrick-Antoon Lorentz était né à Arnhem en 1853.

et la contraction, dite contraction de Lorentz. Le théorème de Lorentz établit l'invariance des équations générales du champ électromagnétique, et Einstein éclaire ce remarquable résultat mathématique en lui donnant un sens physique. H.-A. Lorentz soutient la relativité et développe cette théorie dans trois conférences à la fondation Teylers, à Haarlem, en particulier. Le mémoire *Ueber die Beziehung zwischen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes und der Körperdichte* est de 1880 ; en 1905, H.-A. Lorentz résume ses travaux à ce sujet dans le recueil *Ions, électrons, corpuscules*. Le mémoire *Versuch einer Theorie der electrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern* est de 1895 (Leyde). Notons les travaux sur l'émission et l'absorption par les métaux des rayons calorifiques de très grandes longueurs d'onde, paru dans ledit recueil ; mais nous ne pouvons rappeler tous les nombreux travaux de H.-A. Lorentz dans les divers domaines de la physique et de la thermodynamique. On sait que la découverte du phénomène de Zeeman est une application de la théorie des ions (Théorie des phénomènes magnéto-optiques récemment découverts, 1900). Nous ne terminerons pas sans évoquer le souvenir des conférences qu'en novembre 1912 H.-A. Lorentz vint faire en France sur les théories statistiques en thermodynamique. Ces rapides indications ne donnent qu'une faible idée de la place éminente occupée par l'illustre physicien hollandais dans l'histoire de nos conceptions relatives à la lumière et à l'électricité.

J.-B. POMEY.

Téléphonie à grande distance. — Deux nouvelles liaisons téléphoniques à très grande distance ont été ouvertes le 29 novembre dernier, d'après le *Telegraph and Telephone Age* du 16 décembre. La première, de New-York à Stockholm, ouverte par le comte Hamilton, chef de la légation suédoise à la conférence radiotélégraphique de Washington, emprunte la voie radio à travers l'Atlantique. La seconde, de Mexico à Montréal, réalise une communication par fil de 5.500 kilomètres environ, soit la distance à vol d'oiseau de Paris au Congo français ou à l'Afghanistan.

Nouvelles émissions de timbres-poste. — ALGÉRIE : timbre-poste de 5 sur 4 centimes.

ALLEMAGNE : chiffres-taxe de 3, 5, 8, 15, 30 et 40 pfennig.

COLONIES FRANÇAISES : timbres-poste : a) Cameroun : 3 francs ; b) Côte d'Ivoire : 3 francs sur 5 francs ; c) Côte française des Somalis : 3 francs sur 5 francs ; d) Dahomey : 3 francs sur 5 francs ; e) Gabon : 65 centimes et 3 francs sur 5 francs ; f) Guadeloupe : 65 centimes et 3 francs sur 5 francs ; g) Guinée française : 3 francs sur 5 francs ; h) Guyane française : 1^f,05 sur 2 francs et 3 francs sur 5 francs ; i) Haute-Volta : 3 francs sur 5 francs ; j) Madagascar : 3 francs sur 5 francs ; k) Martinique : 65 centimes et 3 francs sur 5 francs ; l) Mauritanie : 3 francs sur 5 francs ; m) Moyen-Congo : 65 centimes et 3 francs sur 5 francs ; n) Niger : 3 francs ; o) Nouvelle-Calédonie : 65 centimes et 3 francs sur 5 francs ; p) Océanie (Etablissements français) : 65 centimes ; q) Oubangui-Chari : 3 francs sur 5 francs ; r) Réunion : 3 francs sur 5 francs ; s) Saint-Pierre et Miquelon : 3 francs sur 5 francs ; t) Sénégal : 3 francs sur 5 francs ; u) Soudan Français : 3 francs sur 5 francs ; v) Tchad : 3 francs sur 5 francs ; w) Togo : 3 francs ; x) Wallis et Futuna (îles) : 3 francs sur 5 francs.

EGYPTE : timbres-poste spéciaux de 5, 10 et 15 millièmes, émis à l'occasion du Congrès international de statistique du Caire. Ces figurines ont eu cours jusqu'au 31 mars 1928.

EQUATEUR : timbres-poste commémoratifs de 5, 10 et 20 centavos, émis à l'occasion de l'inauguration de l'hôtel des postes de Quito.

ESTONIE : timbres-poste de 5, 10, 12, 20 et 40 marcs (prix de vente : le double de la valeur d'affranchissement ; la surtaxe sera versée au Comité pour la commémoration de la guerre libératrice). Ces figurines ont été mises en circulation le 19 novembre 1927 et ont cessé d'avoir cours le 18 janvier 1928.

FINLANDE : timbres-poste commémoratifs de 1^M,50 et 2 marcs, émis à l'occasion du 10^e anniversaire de l'indépendance de ce pays. Ces timbres ont été mis en usage le 6 décembre 1927 et ont été valables jusqu'au 6 mars 1928.

GRANDE-BRETAGNE : a) Gibraltar : timbres-poste de 1 livre sterling (nouveau filigrane et changement de couleur) ; b) Leeward (îles) : enveloppes timbrées de 1 penny et 1^p1/2 ; c) Sierra Leone : timbre-poste de 7 pence (nouveau filigrane).

ITALIE : timbre-poste de 25 centesimi à l'effigie du roi (type Michetti).

LIECHTENSTEIN : timbres-poste de 2^{ct} 1/2, 7^{ct} 1/2 et 15 centimes ;

LUXEMBOURG : timbres-poste de 35 sur 40, et 60 sur 75 centimes.

NORVÈGE : timbres-poste de 20, 26 et 30 øre.

SUISSE : timbres-poste de 2^{ct} 1/2, 7^{ct} 1/2 et 15 centimes ; bandes timbrées de 7^{ct} 1/2 et 7^{ct} 1/2 sur 10 centimes. (*Union postale* : janvier 1928.)

Extraits du rapport d'exploitation de l'administration allemande des P.T.T. pour l'année 1926 (*Deutsche Verkehrs-Zeitung* : 1927, p. 842). — En 1926, on célébrait le cinquantenaire de la création du réseau de câbles télégraphiques allemands. C'est en effet en 1876 que le Generalpostmeister von Stephan fit installer, entre Berlin et Halle (Saale), le premier câble télégraphique, d'une longueur de 170 kilomètres. Peu de temps après, toutes les capitales et villes commerciales importantes d'Allemagne furent reliées par des câbles, de sorte que, dès 1877, les câbles avaient une longueur de 1476 kilomètres. En 1891, le réseau avait 6300 kilomètres et un développement de 42.800 kilomètres de conducteurs.

Pendant l'année 1926, la longueur totale des lignes télégraphiques et téléphoniques s'est accrue de 2,2 % et a été portée à 394.787 kilomètres, dont 22.918 kilomètres de lignes souterraines. Les lignes des réseaux téléphoniques urbains s'élèvent à 172.567 kilomètres, dont 34.640 kilomètres en souterrain, soit 32,3 % de plus qu'en 1925. Les lignes télégraphiques et téléphoniques sont ici comptées ensemble, parce qu'elles sont souvent appropriées aux deux services.

Le volume du trafic télégraphique a considérablement diminué, par suite du malaise économique qui a régné en Allemagne jusqu'après l'été de 1926. La moyenne mensuelle des télégrammes intérieurs expédiés ne fut que de 2.400.000, contre 2.700.000 en 1925. Il a été expédié au total 46.800.000 télégrammes, dont 28.900.000 pour l'intérieur, 15 millions pour l'étranger et 2.900.000 de transit. Le trafic des lettres-télégrammes s'est bien développé ; il en a été expédié 238.000 contre 139.000 en 1925, soit 71,2 % de plus. Depuis la création, en novembre 1926, des « télégrammes Lx » (télégrammes de souhaits

de bonne fête, rédigés à l'arrivée sur des formules imprimées ornementées), leur nombre s'est élevé à environ 50.000 par mois. Le trafic des « télégrammes-éclair » a été également plus réduit en 1926. Les télégrammes ordinaires à plein tarif forment 92 % du total ; les 8 % restants se répartissent ainsi : télégrammes urgents, 3 % ; télégrammes de service, 2,6 % ; télégrammes de presse, 1,6 % ; lettres-télégrammes 0,8 %.

Le 1^{er} novembre 1926, une nouvelle réglementation télégraphique a été mise en vigueur. On a introduit dans le service le comptage des heures de 0 à 24, simplifié les règlements et augmenté ainsi le rendement du matériel, en même temps qu'on procédait à l'extension du réseau urbain de tubes pneumatiques et à l'installation de transporteurs mécaniques pour faciliter la boullisterie à l'intérieur des bureaux. Une nouvelle réglementation, acceptée par l'Union télégraphique universelle, et qui tient compte des exigences du trafic et de la technique, a été également appliquée dans le régime international. Ainsi, par exemple, les télégrammes de presse, qui, auparavant, ne jouissaient de réductions de tarif qu'entre 18 et 9 heures, sont maintenant expédiés à toute heure. En utilisant les câbles pour le trafic téléphonique à grande distance, on put réaliser des liaisons télégraphiques par courant alternatif avec des pays voisins et préserver le trafic télégraphique des dérangements causés souvent par les mauvaises conditions atmosphériques. L'Albanie et la Grèce sont les seuls états européens qui n'ont pas de liaison télégraphique directe avec l'Allemagne. Le 4 mars 1927, a été livré à l'exploitation le câble télégraphique Emden—Horta (Açores). La distance entre Borkum et Horta est de 3500 kilomètres. Aux Açores, ce câble est relié directement à un câble identique de la Western Union atterrissant à New York. Grâce à sa krurupisation par un mince ruban en un alliage de fer et de nickel d'après un brevet américain, ce câble peut transmettre 1500 lettres par minute. Sa capacité de transmission est ainsi six fois plus grande que celle de chacun des deux câbles germano-américains qui ont été cédés en exécution du traité de Versailles. En novembre 1926, s'est tenu à Berlin, sous les auspices de l'administration allemande, une réunion du comité consultatif international de la télégraphie, au cours de laquelle ont été tranchées de nombreuses questions

techniques, en même temps que d'autres problèmes étaient mis à l'étude. Une exposition du matériel et des installations télégraphiques réalisés par l'industrie allemande avait été organisée à l'occasion de cette conférence.

Certaines simplifications techniques, dans le but de ne plus utiliser qu'un petit nombre de types d'appareils, ont fait tomber le nombre des appareils télégraphiques en service à 11.992, soit une diminution de 11,7 %. Le nombre des appareils Morse ayant diminué de 20,72 %, il n'y a plus en service que 4611 appareils de ce genre.

Il y a cinquante ans que le service pneumatique fonctionne à Berlin et à Munich. Le réseau de tubes a été porté à 347 kilomètres à Berlin (augmentation de 6,1 % par rapport à 1925) et à 58 kilomètres à Munich (11,5 %). Le nombre des lettres et cartes expédiées par tubes est monté à 3.615.000 à Berlin et à 51.800 à Munich. Le nombre des télégrammes expédiés par la même voie n'a pas varié à Berlin (4.405.000), tandis qu'il a diminué de 10 % à Munich (1.169.000). Cette régression par rapport à 1925 provient de ce que, cette année-là, il y eut à Munich une grande exposition et, par conséquent, un intense trafic télégraphique.

Un certain nombre de tout petits réseaux téléphoniques urbains ont été groupés puis rattachés à de mêmes bureaux centraux, de sorte que le nombre total des réseaux a diminué de 129 unités. Le service automatique s'étendait, à la fin de 1926, à 547 bureaux sur les 7398 existants ; il comprenait 332.483 postes principaux, soit 20 % de l'ensemble de ces postes. La longueur des circuits d'abonnés a augmenté de 12,9 % et s'élève à 12.260.890 kilomètres ; celle des circuits interurbains a augmenté de 17,4 % et s'élevait, à la fin de 1926, à 3.516.686 kilomètres. Le nombre total des postes s'élevait, à la fin de 1926, à 2.688.495, dont 1.647.112 postes principaux, soit 5,5 % de plus qu'en 1925. On compte donc, en Allemagne, 1 poste par 23 habitants (1 par 24 en 1925). A Berlin, par exemple, sur 428.949 postes téléphoniques, il y a 246.032 postes principaux, 181.038 postes supplémentaires et 1879 cabines publiques. Au point de vue de la densité des postes dans les différentes villes du globe, c'est San Francisco qui vient en tête, suivi de Francfort-sur-Mein et de Hambourg-Altona, qui dépassent elles-mêmes Berlin. Derrière Berlin, viennent Munich, Paris, Cologne, Londres, Bruxelles, etc... Il existe aussi, dans

l'ensemble de l'Allemagne, 1387 cabines publiques à prépayement.

En 1926, le trafic urbain a progressé, tandis que le trafic interurbain décroissait légèrement par suite des conditions économiques défavorables. Le nombre total des conversations échangées fut de 2050 millions, en accroissement de 0,7 %. Ce nombre comprend 1790 millions de conversations urbaines, 32.700.000 conversations suburbaines ou à faible distance, et 227.800.000 conversations inter-régionales. Le service des télégrammes téléphonés entre bureaux télégraphiques et abonnés au téléphone a fait, en 1926, de très grands progrès, et se chiffre par 14.160.000 télégrammes. Le trafic international a été sensiblement développé, grâce à la liaison du réseau allemand de câbles à grande distance avec celui des pays voisins et aux facilités qu'il offre au transit des communications entre de nombreux pays. L'extension du réseau téléphonique européen a été discutée pendant la troisième réunion plénière du Comité consultatif international des communications téléphoniques à grande distance qui s'est tenue à Paris à la fin de 1926. L'administration allemande y était représentée dans toutes les commissions.

Le tarif téléphonique a été remanié par un arrêté du 15 février 1927. Il a été mis en vigueur le 1^{er} mai, et l'on espère qu'il contribuera à l'amélioration et à l'extension toujours plus grandes de cette branche du service.

Au point de vue de l'exploitation, les nouvelles règles prescrites aux opératrices ont donné de bons résultats ; les cours professionnels sont déjà organisés dans la majorité des districts. L'augmentation du nombre de circuits interurbains a considérablement fait diminuer le nombre des demandes de conversations urgentes : tandis que les conversations urgentes formaient encore, en 1923, 26,5 % du nombre total des communications, cette proportion passait à 8,8 % en 1924, à 4,1 % en 1925, et à 2,2 % en 1926.

L'introduction du système automatique s'est poursuivie dans un grand nombre de petits et grands bureaux. Le service rapide que l'on peut obtenir sur certaines liaisons par la pratique de l'écoute permanente, comme dans le service urbain, a reçu une plus grande extension. L'accroissement de portée des conversations par les câbles a pu être obtenu par l'installation, dans un certain nombre de bureaux extrêmes,

de dispositifs spéciaux (amplificateurs sur cordons) destinés à amplifier les courants microphoniques trop faibles à l'arrivée. Par la même occasion, on a construit des stations d'amplificateurs destinées à améliorer la transmission sur les longs circuits internationaux.

La fabrication des câbles de réseaux a été considérablement améliorée. Grâce à une disposition plus judicieuse, on est parvenu à placer 1000 paires de conducteurs dans des câbles de diamètre encore plus petit que celui des câbles à 500 paires de type plus ancien. En 1926, la longueur du réseau téléphonique souterrain, non compris les câbles à grande distance, a été augmentée de 9.200 kilomètres de câbles comprenant 1.376.000 kilomètres de circuits. En mars 1927, les câbles à grande distance avaient une longueur totale de 6.926 kilomètres, contre 4.744 kilomètres en 1925. Entre l'Allemagne et le Danemark (Warnemünde—Gjedser), on a établi un câble téléphonique sous-marin à 48 conducteurs et du tout dernier type.

En ce qui concerne la radiotélégraphie, le trafic avec l'étranger s'est élevé à 1.920.000 télégrammes (16,6 % d'augmentation), se décomposant en 1.100.000 télégrammes de départ et 828.585 d'arrivée. Il faut mentionner, parmi les nouvelles liaisons par radio, la liaison directe Berlin—Lisbonne, mise en service le 5 janvier 1927, une nouvelle liaison avec le Brésil (Berlin—Rio-de-Janeiro) inaugurée le 1^{er} septembre 1926, et une autre avec le Japon (Berlin—Osaka) inaugurée le 10 novembre 1926. Cette dernière liaison, ainsi que celle de Berlin avec Moukden, n'ont lieu provisoirement que dans le sens de l'Allemagne vers l'Orient.

Voici le bilan des recettes et dépenses de l'année 1926 :

I. RECETTES D'EXPLOITATION.

	Millions de reichsmark.	Pourcentage.
Poste : { Taxes postales : 813,1 }	917,3	53,9
{ Recettes diverses : 104,2 }		
Chèques postaux	50,3	3,0
Télégraphe	91,4	5,4
Téléphone	599,9	35,2
Radio	43,3	2,5
Recettes diverses	30,6	1,8
Solde de 1925	—30,3	—1,8
Total	1702,5	

II. DÉPENSES D'EXPLOITATION.

1. Dépenses particulières des divers services (poste, chèques, télégraphe, téléphone, radio).	274,1	16,1
2. Frais généraux :		
a) Personnel	1084,9	63,7
b) Fournitures et dépenses diverses	76,5	4,5
3. Service du capital :		
a) Service des intérêts, virements, rem- boursements	162,5	9,5
b) Moyens de service	»	»
c) Réserve légale	»	»
d) Couverture de dépenses d'installation.	54,0	3,2
e) Reliquat à reporter	—19,5	—1,1
f) Versement au budget général de l'État.	70,0	4,1
Total	1702,5	

BIBLIOGRAPHIE.

Cours d'électricité théorique professé à l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes, par J.-B. POMEY, inspecteur général des Postes et Télégraphes. Paris, Gauthier-Villars, 1928, 1 vol. in-8° de 373 pages.

« Ceux qui aiment à pousser le détail des sciences méprisent les méthodes abstraites et générales, et ceux qui approfondissent les principes entrent rarement dans les particularités. Pour moi, j'estime également l'un et l'autre, car j'ai trouvé que l'analyse des principes sert à pousser les inventions particulières ». M. Pomey souscrirait certainement à cette opinion de Leibnitz, qui fixe la méthode à suivre dans tout enseignement technique. Il reste que l'on doit aller plus ou moins loin dans l'analyse des principes suivant l'auditoire auquel on s'adresse. M. Pomey, parlant aux élèves-ingénieurs des Télégraphes, a la faculté d'exposer même les parties les plus abstraites d'une technique qui, à ce qu'il semble, utilise des théories mathématiques plus avancées que n'importe quelle autre branche de l'art de l'ingénieur. Le tome I de son cours, paru en 1914, exposait toute la suite d'hypothèses, d'analyses et de déductions qui culmine dans les équations données par Maxwell pour le champ électromagnétique ; théorie fondamentale, devenue classique mais restée difficile, que M. Pomey conduisait jusqu'aux retouches apportées par le Prof. Lorentz. Le tome II, qui vient de paraître, est consacré à la technique des communications. Les différents chapitres de cette technique, tels que la propagation dans l'espace des ondes hertziennes, ou la propagation le long d'un conducteur, sont des applications de la théorie de Maxwell, mais font figure de théories à leur tour par rapport aux traités pratiques de T.S.F. ou de téléphonie. C'est bien là le caractère de la *technische Physik*, de cette physique industrielle dont le développement depuis quelques années est si digne de remarque.

Les chapitres I à V du livre traitent de diverses questions de propagation le long d'un conducteur. La relation entre le régime périodique permanent, d'une part, et le régime variable consécutif à l'application d'une force électromotrice constante, d'autre part, est la clef de la théorie générale de la propagation. La notion commence seulement à s'en répandre dans la presse technique. M. Pomey la possédait déjà en 1911. Il la présente ici sous plusieurs formes équivalentes ; le lecteur peut ainsi s'en pénétrer à l'occasion de problèmes différents. La convergence des développements utilisés est toujours rigoureusement établie. Un auteur gagne assurément une popularité facile et s'épargne à lui-même bien du travail en admettant l'existence des solutions ou la convergence des séries dont il se sert. Ce laisser-aller est inconnu de M. Pomey ; aussi son analyse est-elle à la fois sûre et complète.

Les chapitres VI à VIII traitent de divers points de la théorie des réseaux. A un quadripôle, réseau auquel on donne deux bornes d'entrée et deux bornes de sortie, M. Pomey attache une forme quadratique dont les trois coefficients complexes le définissent entièrement. Les divers schémas équivalents entre eux, que l'on peut donner du quadripôle : Π , T , ligne homogène terminée par une jonction idéale, sont étudiés ; les diverses propriétés, que l'on pourrait appeler « fonctionnelles », du quadripôle, le sont également : secondaire en circuit ouvert ou en court-circuit, fermé sur son impédance itérative, sur son impédance image. Chacun de ces points de vue, soit qu'on représente le quadripôle par un nouveau schéma, soit qu'on le ferme à gauche puis à droite sur une impédance choisie en vue d'une application déterminée, conduit à introduire trois constantes complexes qui définissent le quadripôle. La multiplicité de ces représentations, toutes équivalentes, n'est pas sans embrouiller parfois le non-spécialiste ; il pourra faire dans ces chapitres l'étude de ces représentations, dont les correspondances sont données. Enfin la notion de filtrage est exposée sur l'exemple d'une chaîne indéfinie de cellules identiques.

Le chapitre IX, s'appuyant sur les résultats obtenus en propagation et en théorie des réseaux, fait l'étude de la ligne pupinisée.

Le chapitre X expose d'abord la théorie des récepteurs téléphoniques, d'après Poincaré et le Prof. Kennelly ; M. Pomey montre

qu'on a affaire à une variété hybride de quadripôle, faisant la liaison entre un réseau électrique alternatif et un système mécanique oscillant. Vient ensuite l'étude du transformateur électrique d'après un ingénieur italien, M. Rimini. Ces deux questions sont très heureusement réunies dans le même chapitre, qui fournit au lecteur avisé le moyen de traiter d'une manière rationnelle et systématique tout système dont les éléments, qu'ils soient électriques ou mécaniques, oscillent à une même fréquence et sont liés par des relations du premier degré.

Les chapitres xi à xiii nous emmènent dans le domaine radio. L'étude de la conductibilité électronique nous montre le détail des phénomènes qui ont lieu à l'intérieur d'une lampe triode, phénomènes dont l'électricien ne connaît que l'aspect macroscopique. La remarquable étude de MM. Cartan sur un système oscillant à résistance tantôt positive et tantôt négative, parue dans les *Annales* de décembre 1925, est ensuite reproduite sous une forme un peu modifiée. Les systèmes non linéaires sont notre champ d'étude de demain ; il importe de suivre dès aujourd'hui les travaux des pionniers. M. Pomey étudie ensuite le doublet de Hertz, et démontre la formule de Rayleigh pour la vitesse de groupe dans un milieu dispersif, notion à l'ordre du jour en physique et dont les câbles téléphoniques nous offrent une application.

Enfin les chapitres xiv à xvi traitent des analogies et des différences entre un champ électrique et la déformation d'un milieu élastique, celles-là ayant parfois fait perdre de vue celles-ci ; de l'énergie interne d'un système d'aimants et de courants, notamment d'après un mémoire de M. Liénard ; des théories du magnétisme de MM. Weiss et Langevin.

Lorsqu'arrivé à la fin du volume on veut donner un coup d'œil d'ensemble sur les deux tomes de l'ouvrage entier, on aperçoit dans son champ de vision les volumes intermédiaires que M. Pomey a, dans l'intervalle des deux tomes, donnés au public sous des titres différents ⁽¹⁾. Il serait bien impossible aux nombreux ingénieurs qui,

1. *Introduction à l'étude des courants téléphoniques et de la radioélectricité* Gauthier-Villars, 1920.

Analogies mécaniques de l'électricité. Gauthier-Villars, 1921.

Principes de calcul vectoriel et tensoriel. Chiron, 1923.

Ann. des P.T.T., 1928-IV (17^e année).

depuis quatorze ans, ont étudié ces cinq volumes, remplis de tant de choses utiles et diverses, et, devenus familiers avec une présentation extrêmement personnelle, les ont tissés en un ouvrage unique au moyen de notes et de renvois, de considérer maintenant à part les deux volumes qui portent un même titre. L'œuvre de M. Pomey est dans son ensemble une mine inépuisable de documents techniques et pour tous ceux qui y travaillent constitue un tout. Un tout — l'expression est sans doute mal choisie et conviendrait plutôt à un ensemble achevé ; or nous comptons bien que M. Pomey continuera comme par le passé à nous donner tous les deux ou trois ans, sous quels titres il importe peu, le résultat de ses lectures, de sa critique et de ses réflexions. Les ingénieurs français ont besoin d'ouvrages semi-didactiques écrits directement dans leur langue, qui les instruisent, non par une compilation, mais avec unité de vue, des progrès récents de leur art. Nul autre que M. Pomey ne peut, ni n'a bien voulu se charger d'une pareille tâche, si nécessaire à ceux qui en profitent, si pénible souvent pour celui qui l'accomplit. M. Pomey a fait un travail d'élaboration et de présentation considérable pour des motifs où l'on peut être certain que le désir d'être utile avait la meilleure part. Tous les techniciens lui en sont profondément reconnaissants.

P.L.C.

Lehrbuch der technischen Physik, herausgegeben von Dr Georg Gehlhoff. 1^{er} volume : Unités et mesures, mécanique, acoustique, thermodynamique. Leipzig, J.-A. Barth, 1924. 1 vol. in-8° de 386 pages, avec 248 figures. — Prix : broché, 17^M,50.

Le développement considérable pris par les diverses techniques industrielles dans ces dernières années fait qu'entre les notions générales, fondamentales, de physique enseignées dans les universités et la foule infinie et empirique des procédés, tours de main, tableaux de chiffres et cahiers de courbes sur lesquels s'appuie directement la construction se sont échafaudés peu à peu les divers chapitres de la physique industrielle. Nés du besoin de comprendre et de coordonner chez certains esprits, nécessairement peu nombreux, car ils doivent unir une forte culture théorique à la grande expérience d'une tech-

nique particulière et au don d'exposition, ils sont parmi les produits intellectuels les plus intéressants de notre époque. Si, en effet, les bases scientifiques du progrès industriel sont de mieux en mieux reconnues par les chefs d'industrie, combien de personnes dans le public et malheureusement dans la presse s'imaginent encore que le progrès est dû à des « inventeurs », sortes de génies primesautiers en cravate lavallière, et qu'un modèle nouveau de lampe électrique ou de moteur d'automobile s'invente comme un nouveau pare-boue ou un bouton mécanique incassable. Une certaine défaveur, et au moins une certaine condescendance, marque en conséquence l'attitude vis-à-vis des techniques industrielles d'un public qui, très bien doué et très bien dirigé du côté des lettres, a appris lentement à respecter les laboratoires de science pure, représentés par Pasteur et par Berthelot, mais n'a en général aucune idée de la beauté et de la rationalité des connaissances sur lesquelles repose la construction d'un pont, d'un autobus, d'une automotrice ou d'un téléphone. Or l'industrie d'un pays ne vit pas que de commandes ; elle a besoin, pour se développer, de l'intérêt actif du plus grand nombre et de l'enthousiasme de quelques-uns. C'est un pareil état d'esprit qui a présidé, en Allemagne, à la fondation en 1919 de la Deutsche Gesellschaft für technische Physik, et qui s'exprime par un périodique du plus grand intérêt, la *Zeitschrift für technische Physik*. Enfin de nombreux spécialistes qualifiés ont collaboré, sous la direction de M. Georg Gehlhoff, directeur de la société Osram et professeur à l'École supérieure technique de Berlin, à un magnifique cours de physique industrielle, qui porte témoignage de l'étendue, de la profondeur et de l'intérêt de leurs études.

Les sujets traités dans le 1^{er} volume sont : *Unités et mesures* (G. Berndt), *Mécanique* (Hopf et Karman), *Acoustique* (Hahnemann et Hecht), *Thermodynamique* (W. Meissner), *Machines* (Flügel), *Technique du froid* (Altenkirch), *Phénomènes explosifs* (Becker). Il est bien impossible de rendre compte de sujets aussi divers. Le chapitre sur l'acoustique a attiré particulièrement notre attention. C'est un remarquable exposé, en trente pages, des principes généraux de la construction des appareils, émetteurs et récepteurs. Une si grande condensation a ses inconvénients. Il semble que ceux qui tireront le plus de profit de la lecture de cet ouvrage seront des ingénieurs déjà

très au courant de leur technique propre ; ils seront les mieux à même d'apprécier la grande valeur pratique des vues générales qui y sont présentées. P.L.C.

Les bases de la géométrie et de la physique : l'invariance de l'espace euclidien, par CLÉMENT LAURÈS, licencié ès sciences. Paris, Albert Blanchard, 1928. 1 vol. in-8° de 126 pages. — Prix : 15 francs.

Ce livre renferme, d'après la préface, « de nombreuses démonstrations du postulat d'Euclide, que l'auteur présente avec confiance au public éclairé ». P.L.C.

La nature de la lumière, par Max Planck, traduit de l'allemand par les professeurs M. Réfik et A. Kérim de Constantinople. Paris, A. Blanchard, 1927. 1 br. in-16 de 32 pages. — Prix : 3 francs.

Traduction d'une conférence faite à Berlin, il y a quelques années, par l'illustre physicien.

Le gérant :

HENRI DÉVÉ.

LA POSTE AUTOMOBILE RURALE, (1)

par V. PIGNOCHET,

sous-chef de bureau au Service central
des Postes et Télégraphes.

Le système actuel de distribution ; ses inconvénients. —
Depuis 1863, la distribution des correspondances est assurée chaque jour dans toutes les communes de la France continentale.

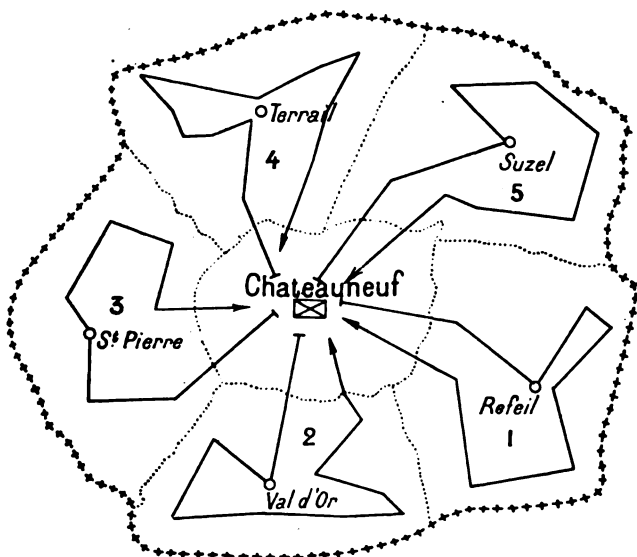


Fig. 1.

En vue d'assurer la distribution rurale (la seule qui nous occupe) l'arrondissement postal d'un bureau est divisé en *tournées*, c'est-à-dire en portions de territoire appartenant ou non à la même com-

1. Extrait d'une série de conférences sur l'exploitation postale faites en 1928 à l'Ecole professionnelle supérieure des postes et télégraphes (1^{re} section).

mune, et dans lesquelles les facteurs évoluent suivant un itinéraire tracé à l'avance dans ses grandes lignes.

Lorsque cet **arrondissement postal** affecte à peu près la forme d'un cercle, la répartition en secteurs ayant leur sommet au bureau bureau est tout indiquée (fig. 1). Chaque facteur prend au bureau

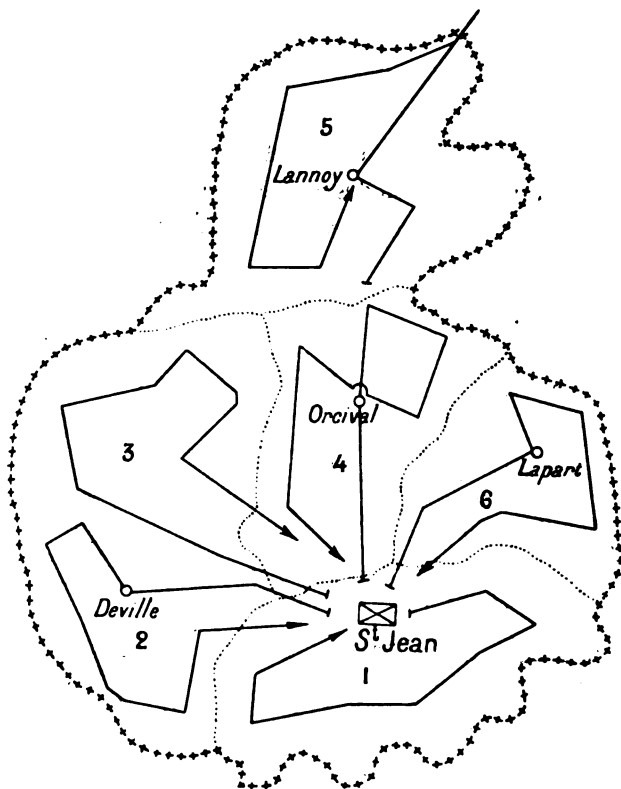


Fig. 2.

les correspondances à distribuer, parcourt son secteur et revient au bureau.

Mais les choses ne se présentent pas toujours aussi simplement. Le relief du sol, les obstacles naturels (fleuves, marais, etc...) conduisent parfois l'administration à rattacher à un même bureau de poste des communes relativement éloignées les unes des autres : les distances de 6 à 8 kilomètres et plus ne sont pas rares.

On adopte généralement la solution suivante. Le territoire situé autour du bureau est réparti en tournées rayonnantes 1, 2, 3, 4, 6 (fig. 2). La partie excentrique constitue une tournée 5 desservie par un facteur dit *de relais*, qui reçoit des mains du facteur 4 les correspondances pour le territoire qu'il dessert. Ainsi le facteur 4 a un double rôle : il opère comme un distributeur ordinaire en ce qui concerne sa tournée, et il assure un véritable transport de correspondances pour le compte du facteur 5.

Les organisations de ce genre sont très nombreuses en France, particulièrement dans les régions accidentées ; on ne peut dire qu'elles soient exemptes de critiques.

D'abord, ne prenant jamais contact avec son bureau d'attache, le facteur de relais échappe forcément à toute surveillance efficace. Les échanges de chargements, de mandats, de numéraire entre les deux facteurs s'opèrent, le plus souvent, au mépris de toutes les précautions réglementaires ; aussi les incidents sont-ils fréquents.

La distribution des correspondances à destination d'une commune desservie par un facteur de relais se fait toujours tardivement. Le facteur qui apporte du bureau de poste les correspondances à distribuer doit assurer, en effet, chemin faisant, une partie de sa tournée ; il n'est pas rare de voir le contact entre les deux facteurs s'établir à midi et même plus tard.

Quant aux correspondances à expédier, nées dans la commune desservie par le facteur de relais, elles subissent un retard parfois important. Remarquons, en effet, qu'une lettre mise à la boîte à Lannoy le jour 1 (voy. fig. 2) sera relevée par le facteur de relais le jour 2 et remise le même jour au facteur d'Orcival. Mais, celui-ci ne rentrant habituellement à Saint-Jean qu'après le départ du courrier, la lettre ne quittera finalement le bureau de poste de Saint-Jean que le jour 3. C'est une situation très défavorable, qui est plus fréquente qu'on ne le croit.

Assistons maintenant au départ des facteurs du bureau de Saint-Jean : nous constatons que les facteurs 1, 2, 3, 6, sont très chargés. Leur sac est rempli de lettres et de journaux d'abonnés ; ils emportent une musette supplémentaire pleine de paquets-lettres, d'échantillons, de paquets de journaux pour le dépositaire résidant

au bourg de la localité qu'ils desservent. Leur marche à pied ou à bicyclette sera pénible. Quant au facteur 4, sa double charge le gênera évidemment beaucoup pendant la première partie de son parcours.

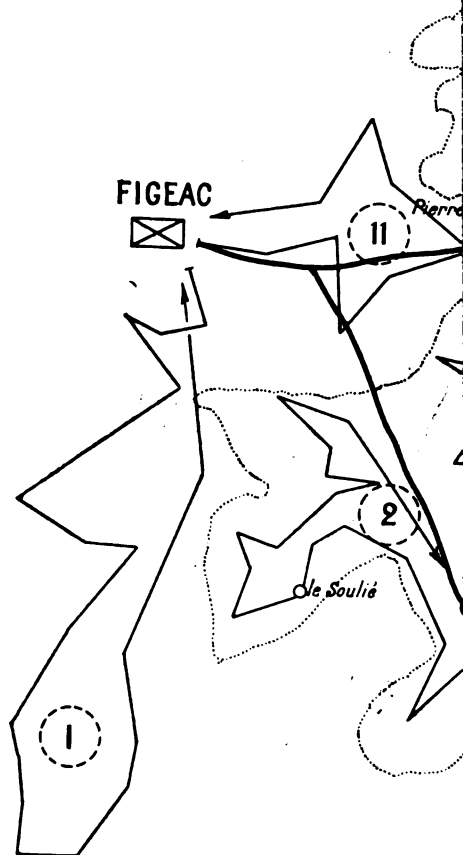
Les croquis 1 et 2 sont purement théoriques. Ils ont été établis pour faciliter l'exposé de la question, mais ils n'ont pas été exagérés pour les besoins de la cause, car la réalité est bien pire. Pour s'en convaincre, il suffit de considérer un instant le croquis 3, représentant l'organisation qui existait réellement jusqu'en 1927 dans la partie Est de l'arrondissement postal de Figeac (Lot). On voit que le facteur de ville n° 15, desservant Saint-Félix, Felzens et Cuzac, effectue entre Figeac et Saint Félix un parcours haut-le-pied de 8 kilomètres et doit emporter les correspondances pour les deux ruraux n°s 19 et 21, qui opèrent sur le territoire de Felzens.

Nécessité d'une nouvelle formule de distribution rurale.

— En définitive, la plupart des facteurs desservant la campagne se trouvent à leur limite de charge et perdent un temps précieux pour se rendre du bureau sur les lieux de distribution. Dès lors, l'administration se trouve actuellement placée devant cette alternative : dédoubler les tournées trop chargées sans être sûre de parvenir à supprimer les parcours haut-le-pied, ou bien faire transporter, par un moyen à déterminer, les correspondances à distribuer au chef-lieu de chaque commune, où un facteur, qui s'y trouverait en résidence, assurerait la distribution.

Choix des moyens. — Il est relativement facile d'apprécier *a priori* l'efficacité et le prix de revient de la première solution. La valeur de la seconde solution ne peut être mise en relief que par des expériences suivies et répétées.

Mais, avant d'y procéder, il convient de déterminer le type de véhicule à adopter. La motocyclette doit être immédiatement écartée : elle est instable, de maniement dangereux ; son mécanisme se dérègle fréquemment en raison des trépidations qu'il subit ; enfin cet appareil se prête mal à l'arrimage d'une charge encombrante.



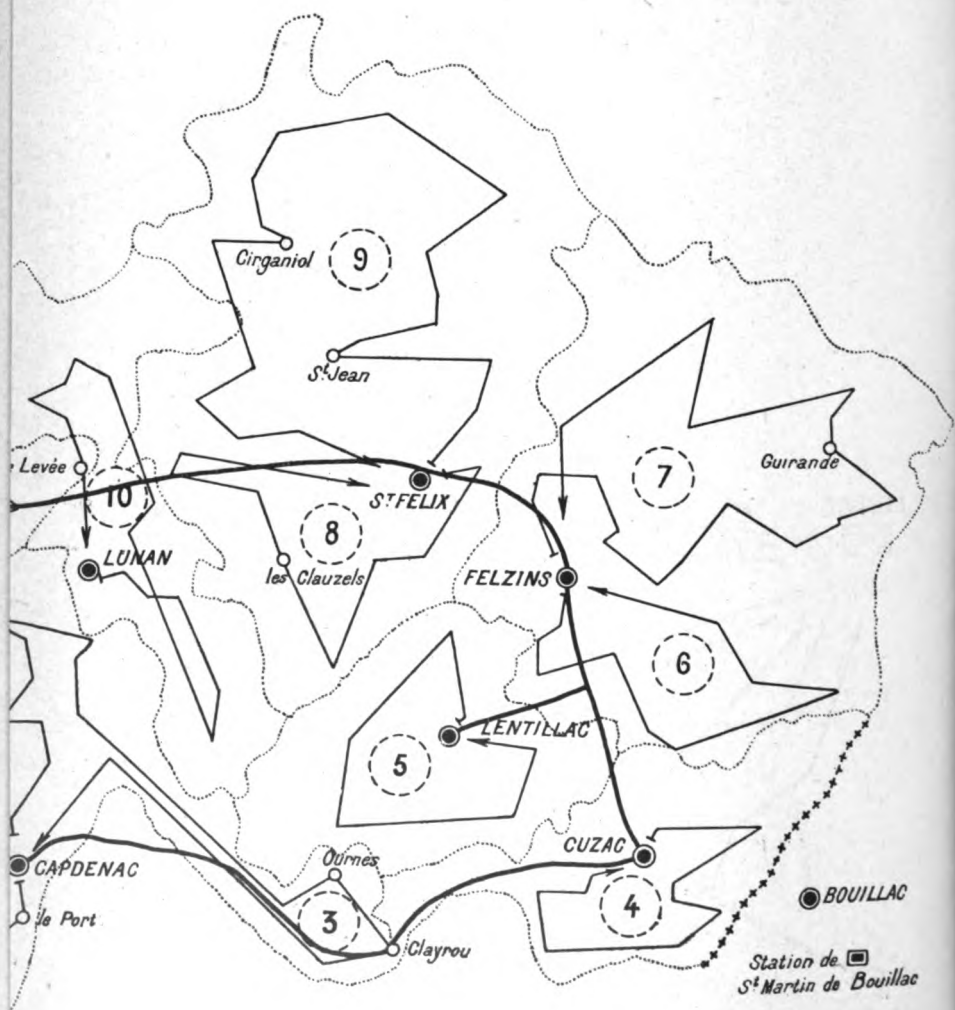


Fig. 4.

L'adjonction d'un side-car à la motocyclette n'apporte pas de commodités nouvelles appréciables et n'écarte aucun des inconvénients qu'on vient d'indiquer.

On pouvait penser à utiliser une voiturette légère du type 5-6 CV. On y a renoncé, à notre avis avec raison. Sans doute, les voitures de ce type auraient offert une charge utile suffisante pour le service postal proprement dit et même pour le trafic des colis postaux. Mais ces voitures légères tiennent mal la route ; leur châssis, assez fragile, souffre énormément lorsqu'elles doivent circuler sur des voies vicinales, où l'entretien laisse souvent à désirer ; le moteur, très poussé, tourne à grande vitesse, se dérègle facilement, et subit des avaries fréquentes.

On en arrive à considérer que la voiture ordinaire de 10 à 12 CV est celle qui convient le mieux à un transport automobile rural. Mais, lorsque le prix de revient augmente, il devient nécessaire, si l'on ne veut pas aboutir à une opération par trop déficitaire, de se procurer des ressources en effectuant des transports accessoires qui n'ont aucun caractère postal.

L'isolement rural. — L'administration s'est demandée si, à la faveur de l'amélioration de son service de distribution dans les campagnes, elle ne pourrait pas contribuer, pour sa part, à la résolution d'un grave problème posé à la tribune des deux Chambres et dans la grande presse, celui de l'*isolement rural*.

L'isolement rural, qui est, dit-on, la principale sinon l'unique cause de la désertion des campagnes, peut se définir par la privation des commodités essentielles dont jouissent les habitants des villes : pas de moyens de transport, pas de télégraphe ni de téléphone, pas de commodité d'approvisionnement des denrées, pas de facilité d'écoulement des produits, pas de récréations possibles, pas de bibliothèque, pas de théâtre, pas de cinéma, etc...

En parcourant la liste des facilités dont l'habitant du fond des campagnes est privé, on constate que l'un des remèdes les plus efficaces à son isolement consisterait à doter les campagnes d'un moyen de transport assurant une liaison rapide, régulière et fréquente, avec le ou les centres commerciaux les plus voisins.

Peut-on espérer que des entreprises privées se chargeront d'établir de telles liaisons ? On a vu naître, pendant ces dernières années, de nombreuses entreprises automobiles ; mais elles ont pris soin, comme il est naturel, de s'installer sur les routes nationales ou départementales reliant entre eux de gros centres, autrement dit sur les parcours les plus lucratifs. Certaines de ces entreprises ont bien voulu condescendre à desservir quelques bourgs situés quelque peu en dehors des voies de communication susvisées ; elles n'y ont du reste consenti que sous l'appoint d'une importante subvention de l'État, du département et même des communes intéressées. Pas une seule, et cela se conçoit, n'a songé à tracer un itinéraire desservant des communes à faible trafic et des hameaux déshérités. Il est de bon ton, depuis quelque temps, de vanter l'initiative privée, l'excellence de la gestion des entreprises privées et de critiquer, au contraire, tout ce qui est assuré par des organismes d'État. Au cas présent, on peut tenir pour certain que les louangeurs de l'initiative privée continueront à clamer bien haut la nécessité et l'urgence de remédier à l'isolement rural ; mais aucun n'ira jusqu'à engager ses capitaux dans une entreprise de transport qui aurait pour objet de desservir des bourgs insignifiants, où marchandises et voyageurs seront rares.

Formule d'exploitation des services automobiles ruraux.

— La poste, organisme d'État, n'a pas hésité à s'attaquer à ce problème. La voiture qu'elle doit mettre en marche pour le transport des lettres, des journaux, échantillons, etc... pourra, moyennant quelque aménagements à la carrosserie, convenir au transport des personnes et des marchandises, et plus généralement de toutes les commissions que la clientèle voudra bien confier à son conducteur.

Quel itinéraire suivra cette voiture ? Le but qu'on se propose est de desservir toutes les communes situées dans un ilot de territoire déterminé. On peut y parvenir en effectuant un *circuit*, partant d'une localité importante située sur une voie ferrée bien desservie, comprenant tous les bourgs et villages intéressés, et se refermant sur soi-même. On peut concevoir aussi que la voiture automobile visite, en zig-zags, les petites localités comprises dans la bande de terrain

jalonnée par deux centres situés tous deux sur une voie ferrée : c'est le système dit de la *jonction*.

Dans l'un et l'autre cas, il sera nécessaire de prévoir deux ordinaires : à son premier voyage, l'automobile déposera le courrier et les colis postaux à distribuer, prendra les voyageurs qui veulent se rendre à la ville, notera les commissions à effectuer ; au deuxième voyage, elle ramassera le courrier et les colis postaux à expédier, apportera les commissions à ceux qui les ont commandées, et rapatriera les voyageurs.

Longueur des parcours. — La nécessité de faire deux voyages limite la longueur des « circuits » ou des « jonctions » ; dans la pratique, il ne faut guère dépasser 40 kilomètres : la voiture parcourt ainsi 80 kilomètres par jour, ce qui constitue une bonne utilisation.

Vitesse de la voiture. — La vitesse commerciale de la voiture ne peut, avec des difficultés moyennes, excéder 20 kilomètres à l'heure. Admettons, en effet, que la voiture fasse, en dehors des arrêts, la vitesse raisonnable de 30 kilomètres à l'heure ; il ne faut pas espérer faire davantage sur des chemins vicinaux étroits, où les croisements avec les voitures chargées sont difficiles, et où circulent, souvent en liberté, des animaux domestiques. La durée du parcours se présente, dès lors, de la manière suivante :

Parcours de 40 ^{km}	1 ^h 20,
6 arrêts de 5 minutes chez les correspondants	0 ^h 30,
3 arrêts facultatifs de 2 minutes	0 ^h 06,
	1 ^h 56,

soit très approximativement 2 heures. La vitesse commerciale est ainsi de 20 kilomètres à l'heure.

Horaires. — La durée, relativement importante, du trajet nous impose la nécessité de quitter de bonne heure, le matin, la localité tête de ligne. Si nous nous contentions de partir à 9 heures, les premiers villages desservis recevraient encore leur courrier à une heure raisonnable, mais les facteurs des derniers bourgs visités ne

partiraient guère en tournée avant 11 heures, ce qui est bien tard.

Pratiquement, il y aura un double intérêt à partir à 7^h30 au plus tard. D'abord, la localité la plus défavorisée recevra son courrier vers 9 heures ; en outre, les agriculteurs qui viennent vendre leurs produits à la ville emprunteront plus facilement la voiture parce qu'ils auront la certitude d'arriver à destination avant l'ouverture du marché, laquelle a lieu généralement vers 10 heures.

L'horaire de l'ordinaire du soir est commandé par l'arrivée des trains qui apportent, avec un deuxième courrier, les voyageurs et les messageries pour les localités desservies. Il faut se garder, cependant, de tracer pour cet ordinaire un horaire trop tardif. Si l'on dépasse 16 heures, beaucoup de voyageurs pour les localités les plus rapprochées préféreront faire le retour à pied que d'attendre la voiture. D'autre part, il y a intérêt à ce que les dépêches formées, comme nous le verrons plus loin, par les correspondants postaux, parviennent au bureau tête de ligne dans des conditions telles, que ce dernier ait le temps d'en dépouiller le contenu et de le comprendre (notamment les mandats-cartes) dans le courrier du jour, en instance de départ.

Services assurés par la poste automobile rurale. — Nous allons maintenant examiner successivement les divers services assurés par la poste automobile rurale, savoir (1) :

Services postaux : distribution et expédition des correspondances ; opérations de guichet ;

Services commerciaux : transport des voyageurs ; exécution et transport des commissions ; transport des colis postaux ; transport des messageries G.V. et P.V..

On peut concevoir l'exécution de ces services de deux manières.

Le conducteur de l'automobile pourrait les assurer tous en

1. Ces services sont exposés en détail dans les instructions à l'usage du bureau d'attache, du conducteur de l'automobile, du correspondant postal et du distributeur, élaborées par l'administration. Nous nous bornerons ici à en indiquer les dispositions essentielles.

stationnant pendant un délai suffisant dans chaque localité. Il opérerait, en somme, comme une agence postale mobile. Séduisant *a priori*, ce système présente deux grands inconvénients. D'abord il exige l'agencement, à l'intérieur de la voiture, d'un compartiment-bureau qui absorbe un espace très utile pour le transport des voyageurs et des marchandises. En outre, les stationnements successifs dans les localités finissent, en s'ajoutant, par allonger la durée du parcours, qui atteint déjà, ainsi que nous l'avons vu, deux heures pour un circuit de 40 kilomètres. Un arrêt supplémentaire de 10 minutes dans chaque village prolongerait l'ordinaire de plus d'une heure : c'est une situation que les voyageurs ne supportent pas, et l'expérience a montré que la poste elle-même s'en accommode difficilement.

La deuxième formule consiste à constituer, dans chaque localité, un *correspondant postal*, qui opère auprès du public dans des conditions analogues à celles d'un gérant d'agence postale. Le rôle du conducteur de la voiture se bornera au transport des dépêches, des voyageurs, des colis de marchandises, et à l'exécution des commissions. C'est la résolution qui, par la pratique, s'est révélée la meilleure.

On a avantage, vu la modicité des rémunérations, à confier au même ménage les fonctions de correspondant postal, comportant la gérance de la cabine téléphonique et l'emploi de distributeur local.

Distribution des correspondances. — Au bureau tête de ligne, les correspondances pour les localités desservies par la voiture sont mises à part dès le tri général. La distribution s'effectuant par commune, sans aucun chevauchement, le tri de détail, par facteur distributeur, ne présente aucune difficulté, sauf le cas cependant où une commune rurale se trouve desservie par deux facteurs. Les chargements sont inscrits sur un carnet 759 ; les mandats payables à domicile sont décrits sur un bordereau 1420 *accompagné des fonds correspondants* ; les valeurs à recouvrer et les objets contre remboursement sont inscrits sur un bordereau 1491 ; le tout est inséré dans un sac, fermé au moyen d'une chaîne et d'un cadenas dont le

bureau tête de ligne et le correspondant postal possèdent chacun une clé.

Le bureau tête de ligne livre les sacs ainsi préparés au conducteur de l'automobile qui, après les avoir reconnus, les insère dans un coffre fermant à clé.

Chez le correspondant postal, la mise en route du facteur est des plus simples, puisque les travaux préparatoires, sauf le « piquage », ont déjà été effectués. Les chargements, les bordereaux 1420 et 1491 sont inscrits en nombre, ou pour leur montant, sur un registre 513, que le distributeur signe en prenant livraison.

Expédition des correspondances. — Les correspondances reçues en cours de tournée par les distributeurs et celles qui sont déposées à la boîte du correspondant postal sont timbrées et dirigées sur le bureau d'attache par l'ordinaire le plus prochain.

Opérations de guichet. — Nous nous bornerons à les énumérer :

A. Opérations effectuées complètement chez le correspondant postal :

1^o Vente de figurines postales d'usage courant, de timbres-retraite et de timbres de quittance ;

2^o Réception, au guichet, des lettres et objets soumis à la formalité de la recommandation ;

3^o Vente des enveloppes de valeurs à recouvrer affranchies ;

4^o Réception, au guichet, des envois de valeurs à recouvrer et des envois contre remboursement (régime intérieur) ;

5^o Emission de mandats-cartes, mandats-lettres et mandats-chèques jusqu'à 500 francs ;

6^o Payment, jusqu'à 500 francs, des mandats ordinaires.

B. Opérations effectuées à titre d'intermédiaire entre le public et le bureau d'attache :

1^o Emission de mandats-cartes, mandats-lettres et mandats-chèques supérieurs à 500 francs ;.

- 2° Payement des mandats ordinaires supérieurs à 500 francs ;
- 3° Versements et remboursements de la Caisse nationale d'épargne ainsi que règlements et remplacements de livrets ;
- 4° Expédition de télégrammes pour la France, l'Algérie et la Tunisie.

Le mécanisme du règlement des opérations de guichet avec le bureau d'attache est indiqué en détail dans une instruction placée entre les mains du correspondant postal. Bien entendu, la comptabilité est simplifiée à l'extrême et ne comporte aucune difficulté.

Transport des voyageurs. — Les voyageurs sont admis dans la voiture aux arrêts fixes et à certains arrêts facultatifs prévus à proximité des agglomérations isolées. Le prix des places est perçu par le conducteur, contre délivrance d'un ticket à souche indiquant exactement le trajet effectué. Ce prix est calculé d'après la distance kilométrique réellement parcourue ; toutefois, il n'existe pas de billet inférieur à 1 franc ni supérieur à 5 francs. Pour le moment, le calcul est fait sur la base de 25 centimes par kilomètre.

Lorsque la voiture effectue un circuit, une petite difficulté se présente pour le transport des voyageurs. Dans quel sens parcourra-t-on le circuit ? Si l'on se reporte à la figure 4, on constate que, si la voiture marchait toujours dans le sens Figeac, Lunan, St-Félix, etc..., avec retour en sens inverse, les voyageurs de Capdenac, seraient très favorisés par rapport à ceux de Lunan : ceux-ci payeraient, en effet, toujours le prix fort pour se rendre à Figeac. Pour placer tout le monde dans la même situation, le parcours de la voiture est inversé chaque jour.

Exécution et transport des commissions. — Le conducteur de la voiture assure, entre deux points quelconques de son parcours, les commissions de toute nature qui lui sont confiées par le public. Autrement dit, la nature des commissions admises n'est pas réglementée. L'administration est uniquement guidée par le souci d'établir une liaison étroite entre les agglomérations rurales et la

ville tête de ligne, et de rendre service aux usagers dans toute la mesure du possible.

A titre d'exemple, la poste automobile rurale se charge des commandes à faire chez n'importe quel commerçant (boulangier, épicier, mercier, boucher, pharmacien, etc...) qui lui sera désigné sur un bulletin de commande délivré par le correspondant postal ou le conducteur de la voiture.

L'encaissement du prix du transport est marqué par l'apposition, sur l'objet, d'un ticket-commission numéroté, extrait d'un carnet à souche.

Transport des colis postaux et des messageries G.V. et P.V.. — Ce transport est soumis à la réglementation imposée aux courriers de la voie de terre ; aucune difficulté ne peut se présenter. Observons, en passant, que la question de la diffusion des colis postaux dans les campagnes, qui a préoccupé tant d'organismes, se trouverait intégralement résolue si la poste automobile rurale pouvait être généralisée.

Nature du contrat de transport. — On pouvait envisager l'exécution du service en régie ou le confier à un entrepreneur. C'est cette dernière formule qui a été choisie. L'administration paye à l'entrepreneur, pour toute rémunération, un prix kilométrique forfaitaire, à charge pour lui de fournir un véhicule d'une puissance et d'une capacité commerciale déterminées et un conducteur muni d'un permis de conduire (transport en commun), apte à effectuer les opérations postales et commerciales. Les frais de toute nature afférents à la conduite, à l'entretien, au garage, aux assurances (matériel et voyageurs), etc... incombent à l'entrepreneur. La poste encaisse intégralement les redevances perçues sur le public à un titre quelconque.

Les services automobiles ruraux sont-ils viables ? — On a pu en douter dès l'abord. L'espérance est permise lorsque l'on considère le bilan ci-dessous, qui se rapporte à un service de difficulté et de productivité moyennes.

BILAN

du service de poste automobile rurale de Figeac-Est.
(Correspondants postaux.)

PASSIF :		ACTIF :	
Traction de la voiture : 2'		Produits commerciaux :	
$\times 40 \times 2 \times 365 = \dots$	58.400f	$0,57 \times 40 \times 2 \times 365 =$	16.644f
Salaire fixe des correspon-		Suppression de courriers de	
dants : $36 \times 12 \times 6 = \dots$	2.592	la voie de terre :	
Remises aux correspondants :		Suppression d'emplois de	
$10^f \times 12 \times 6 = \dots$	720	facteurs :	
Remises au conducteur de		5 facteurs de	
l'automobile : $15^f \times 12 =$	180	ville : 60.230f	
Frais de renouvellement du		3 facteurs auxi-	
matériel : $75^f \times 7 = \dots$	525	liaires : 25.467	85.697
Salaire des distributeurs			
communaux (11 intéri-			102.341f
maires) :	36.360		
		Bénéfice annuel :	3.564f
	98.777f		

A noter que ce service reçoit, pour ses débuts, une subvention de 15.000 francs du département et de 6.430 francs de la part des communes intéressées.

Le tableau de la page suivante indique d'ailleurs, pour le mois de décembre 1927, le détail du trafic postal et commercial.

Essais en cours. — A la date du 1^{er} février 1927, il existait cinq services de poste automobile rurale en activité :

Beaulieu (nord), Corrèze,

Figeac (est), Lot,

Cahors (sud-ouest), Lot,

Lons-le-Saulnier (nord), Jura,

Salins (nord), Jura.

Un autre service, ayant pour tête de ligne Souillac (Lot), est entré en vigueur le 1^{er} mars suivant.

La formule ayant été reconnue viable, des essais généralisés vont être entrepris. Ils consisteront, d'une part, à créer dans chaque région du territoire un ou deux services-types qui serviront de modèle à une extension future, et d'autre part, à réaliser la desserte intégrale d'une bonne partie d'un département au moyen de services

STATISTIQUE, PAR JOURNÉE, DES OPÉRATIONS EFFECTUÉES DURANT LE MOIS DE DÉCEMBRE 1927.

DATES.	VOYAGEURS :		COMMISSIONS :		COLIS POSTAUX :		MANDATS ÉMIS :		MANDATS PAYÉS :		ORDRES recommandés.	VOYAGEURS refusés.
	Nombre.	Montant.	Nombre.	Montant.	Gare.	Domicile.	Nombre.	Montant.	Nombre.	Montant.		
1	9	27,75	5	5,30	»	»	1	50,90	»	»	»	»
2	11	42,00	8	7,65	»	»	»	»	»	»	»	»
3	20	69,50	2	2,05	»	»	1	76,15	»	»	1	»
4	20	68,25	4	8,05	»	»	»	»	»	»	»	»
5	9	28,75	4	3,55	»	»	1	105,85	»	»	»	»
6	11	38,25	4	5,95	»	»	2	272,85	»	»	1	»
7	11	36,00	4	4,05	»	»	2	56,50	»	100,00	2	»
8	8	19,75	2	1,95	»	»	1	13,50	»	»	1	»
9	6	17,75	1	2,50	»	»	3	149,40	»	»	»	»
10	20	62,75	2	1,20	»	»	1	85,35	»	»	»	»
11	28	68,25	3	2,30	»	»	2	333,10	»	20,60	1	»
12	8	22,25	7	7,65	»	»	»	161,65	»	»	»	»
13	8	25,25	10	29,85	»	»	2	255,90	»	»	2	»
14	9	33,00	16	38,95	»	»	»	»	»	»	»	»
15	25	124,25	5	8,10	»	»	»	»	»	»	»	21
16	8	18,00	3	3,95	»	»	2	»	»	54,00	1	»
17	16	46,50	8	10,85	»	»	1	81,60	»	»	»	»
18	24	66,00	7	8,55	»	»	»	»	»	»	»	»
19	10	33,75	5	7,70	»	»	1	50,00	»	»	2	»
20	13	30,75	3	2,70	»	»	1	97,30	»	»	1	»
21	12	42,50	7	7,50	»	»	1	50,90	»	»	»	»
22	17	47,25	8	3,85	»	»	»	»	»	»	»	»
23	20	101,50	17	23,58	»	»	»	»	»	»	»	6
24	33	106,50	16	14,45	»	»	»	»	»	»	»	»
25	19	56,75	3	2,60	»	»	»	»	»	»	»	»
26	11	30,00	4	3,20	»	»	7	250,85	»	»	»	»
27	17	60,00	6	6,25	»	»	1	184,60	»	»	1	»
28	9	29,75	13	16,75	»	»	»	»	»	»	»	»
29	5	11,50	7	11,85	»	»	2	127,40	»	»	»	»
30	8	29,50	6	12,20	»	»	1	101,40	»	80,00	»	»
31	31	121,75	4	3,45	»	»	»	»	»	»	»	»
405		1,224,75	182	267,90	5	2	33	158,15	4	554,60	13	27

automobiles ruraux tracés dans le cadre d'un plan d'ensemble.

Pour le moment, il est difficile de dire comment se présenterait le bilan d'un service automobile rural généralisé sur tout le territoire. Les services expérimentés jusqu'ici ne correspondent pas, en effet, à une situation moyenne. Sans doute s'est-on attaché à procéder aux expériences dans des pays d'une richesse moyenne au point de vue agricole et commercial. Mais aucun des services exis-



Voiture en usage dans le circuit de Figeac-est.

tants ne fonctionne en montagne, et c'est là que se présenteront, avec les difficultés matérielles d'organisation et de fonctionnement, des bilans fortement déficitaires.

Il se pourrait donc que, dans l'ensemble, un certain appoint fût nécessaire pour généraliser la mesure. On a vu que les départements d'une prospérité moyenne comme le Lot n'hésitent pas à subventionner les services automobiles ruraux. Dans les départements pauvres, l'État devra probablement intervenir; on peut croire qu'il le pourra sans s'imposer de charges nouvelles, car la généralisation des services automobiles ruraux entraînera forcément la

disparition de quelques services automobiles subventionnés, et l'aide de l'État pourra, tout au moins, atteindre une somme égale aux subventions devenues sans objet.

Précautions à prendre pour les études. — La première et la plus importante est de ne réunir dans un même circuit que des localités qui ont des affinités commerciales entre elles et avec le centre tête de ligne. Une consultation préalable des municipalités procure, à cet égard, des renseignements définitifs.

Il ne faut faire circuler la voiture que sur des chemins vicinaux d'une bonne viabilité, convenablement entretenus. Il faut éviter, autant que faire se peut, les voies comportant des déclivités trop prononcées, des virages en épingles à cheveux, des parcours en corniche sans garde-corps ; délaissier les petits chemins impraticables par temps de neige et de verglas : le service des Ponts et Chaussées peut fournir, à cet égard, des renseignements précieux. Ce sont là des recommandations qui ne valent, bien entendu, que pour les services fonctionnant en plaine ou en pays peu accidentés, car en montagne les difficultés et inconvénients précités se trouvent malheureusement accumulés dans bien des cas. Et pourtant, si la formule est généralisée, il faudra bien s'attacher à les vaincre.

Il est nécessaire que l'étude soit conduite en plein accord avec le préfet, qui indique les obstacles d'ordre politique à éviter et les conditions à remplir pour que le nouveau service soit favorablement accueilli par le conseil général et reçoive de sa part une subvention.

Enfin il faut faire auprès du public une propagande active, par démarches auprès des municipalités, par affiches apposées en nombre suffisant dans les localités du parcours, par tracts adressés aux commerçants ou distribués aux particuliers les jours de marché ou à la sortie des offices religieux.

Si toutes ces précautions sont prises, il n'y a pas de raison pour que le service étudié ne soit pas mis en vigueur avec succès.

LA TRANSFORMATION DU RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE DE PARIS EN AUTOMATIQUE, (1)

par E. REYNAUD-BONIN,
directeur des Services téléphoniques de Paris.

Raisons qui militent pour la transformation. — Les meubles téléphoniques que nous avons dans la capitale sont compliqués, en raison des ramifications vers les nombreux bureaux de la région parisienne. Aussi le service téléphonique, à Paris, est-il beaucoup plus difficile que dans n'importe quelle ville de province. Il exige notamment beaucoup plus de mémoire, beaucoup plus de rapidité visuelle et manuelle ; il est par suite très fatigant. Il apparaît donc logique, puisque cela est possible, de remplacer la dame téléphoniste par la machine. En regardant les choses du côté de l'abonné, les frictions regrettables qui se produisent avec le personnel seront supprimées. Plus d'énervement chez la clientèle, qui aura affaire à un mécanisme aveugle.

D'autre part, dans une grande ville comme Paris, où l'on est souvent dans l'obligation de transiter par plusieurs bureaux téléphoniques, le système automatique permettra de travailler plus rapidement qu'avec le manuel.

Il faut aussi considérer les erreurs inhérentes aux liaisons manuelles. La clientèle se plaint très souvent qu'on lui donne des communications autres que celles qu'elle avait demandées. Ces causes d'erreur sont dues principalement : à la mauvaise tenue de l'appareil, à la mauvaise articulation des abonnés, à l'inattention des opératrices, etc... Il est vrai que les abonnés de l'automatique pourront peut-être commettre des erreurs en composant eux-mêmes le numéro qu'ils ont à envoyer au bureau central. Mais l'expérience

1. Résumé de deux conférences faites à l'Ecole professionnelle supérieure des postes et télégraphes les 4 et 18 novembre 1927.

a montré que le pourcentage de faux numéros obtenus par la manœuvre du disque est beaucoup plus faible que celui qui est dû aux **liaisons manuelles**.

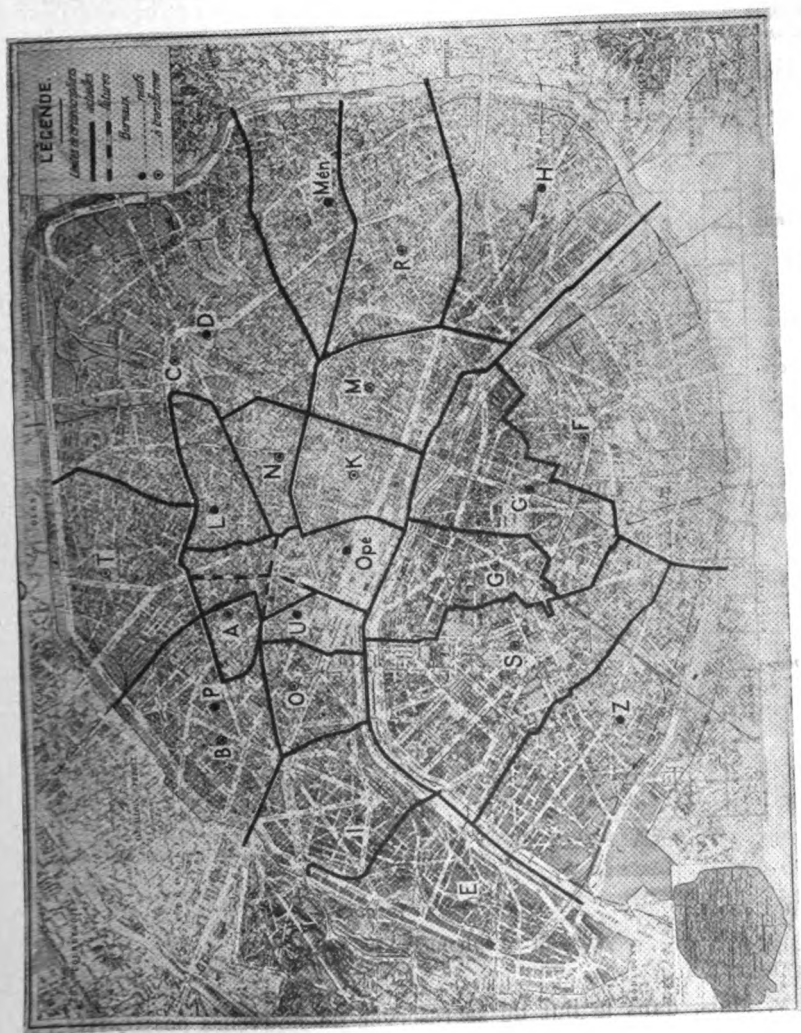
Une autre **raison qui fait que nous désirons vivement** introduire le téléphone automatique, et l'une des plus importantes, est qu'avec la téléphonie automatique le service est bon aux heures pleines de la journée, mais qu'il est encore meilleur, *a fortiori*, aux heures creuses. Les heures de la soirée, de la nuit, du dimanche et des jours de fête donneront un service irréprochable. Or, dans la téléphonie manuelle, **le service de nuit, du dimanche et des jours fériés est très mauvais, car, au point de vue de l'exploitation, nous sommes obligés, pour ne pas faire de dépenses de personnel trop grandes, de réduire les effectifs présents à ces heures-là d'une façon peut-être exagérée.**

Enfin la dernière raison pour introduire le téléphone automatique à Paris est que l'exploitation en reviendra moins cher que celle de la téléphonie manuelle. Il est certain que le mécanisme coûte très cher et que la fraction de mécanisme correspondant à chaque abonné est plus coûteuse avec le meuble automatique qu'avec le meuble manuel ; mais l'économie que nous ferons sur le nombre des opératrices utilisées compensera largement tout cela.

En résumé, tout nous pousse à transformer **notre réseau, comme le font, d'ailleurs, tous les pays du monde.**

Étapes successives dans la **préparation du projet et dans sa réalisation.** — Le problème a débuté, en France, par une période d'études théoriques. Avant la guerre, M. Milon, actuellement directeur de l'Exploitation téléphonique, publia le premier ouvrage sur la téléphonie automatique édité en langue française.

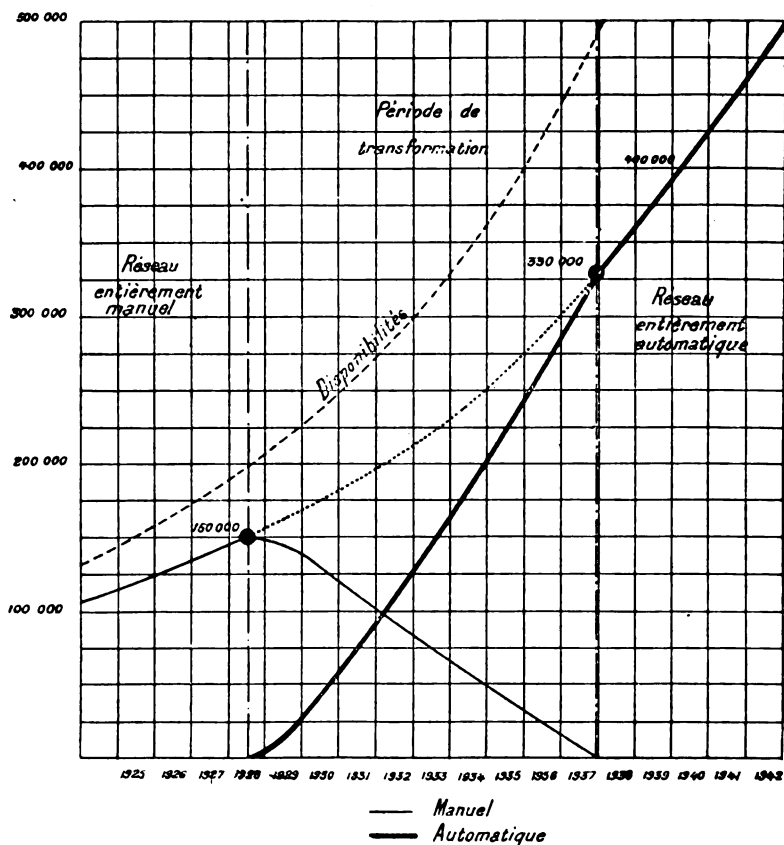
En même temps qu'on se documentait sur ce qui se passait à l'étranger, on mettait en service de petits bureaux automatiques pouvant desservir quelques milliers d'abonnés et dont la réalisation était facile. C'est ainsi que furent installés les bureaux téléphoniques automatiques de Nice, Angers, Marseille, etc. . . Après ces expériences qui furent concluantes, la question de l'installation de l'automatique à Paris se posa naturellement. Un cahier des charges fut préparé ; il



Circonscriptions téléphoniques actuelles et futures de Paris.

fut conçu dans un esprit très large, dans le but de susciter la concurrence. Trois systèmes furent proposés : le Strowger, le Western Electric rotary et l'Ericsson. Le choix de la commission spéciale nommée par le ministre se porta sur le système Western Electric

Nombre
d'abonnés



Réseau téléphonique de Paris.

rotary. Mais, dans le but de se réserver de nouvelles possibilités de concurrence, il a été spécifié dans le cahier des charges que l'adjudicataire prenait l'engagement d'abandonner à l'administration les droits d'usage de ses brevets et de faciliter à tout autre constructeur désigné l'accès de ses usines pour étudier la fabrication et la mettre

en route dans ses propres usines, à titre de fournisseur de l'administration française.

Aperçu de l'importance de la transformation. — Le premier bureau automatique à installer à Paris est le bureau « Carnot ». Il doit être mis en service vers le milieu de l'année 1928, avec 6000 lignes raccordées à ce bureau. Après Carnot, nous aurons quatre autres centraux à 10.000 lignes qui doivent être mis en service rapidement : « Gobelins », « Diderot », « Vaugirard », « Trudaine ». Tout cela représente la première commande, qui a été passée à la société « Le Matériel téléphonique ». D'autre part, des contrats ont été signés avec la Société des téléphones Grammont et la Société des téléphones Ericsson pour l'équipement des centraux « Danton », « Anjou », « Odéon », « Opéra ».

Selon les prévisions faites, on peut escompter que c'est vers la fin de 1937 que les derniers bureaux manuels auront disparu. C'est ainsi que l'on va échelonner sur une dizaine d'années cette transformation, que l'on peut qualifier de colossale. A ce moment-là, nous aurons 480.000 lignes téléphoniques installées en automatique. Sur ces 480.000 lignes, nous comptons en avoir 333.000 qui seront réellement équipées, et nous aurons un taux de disponibilités assez large, d'environ 30 %, en prévision de l'accroissement possible du trafic.

Fonctionnement de la téléphonie automatique. — Dans la téléphonie automatique, l'abonné doit composer un numéro ; s'il désire appeler, par exemple, 71.28, il compose ce chiffre sur le cadran de son appareil, et la recherche se fait mécaniquement au bureau central.

D'abord, ce qui est général dans tous les mécanismes, c'est que la ligne de l'abonné arrive au bureau téléphonique à un endroit où elle est susceptible de se ramifier par l'intermédiaire d'un bras tournant. On conçoit très bien que ces ramifications puissent être faites pour correspondre à des subdivisions dans le système décimal, par exemple, et, si l'on a tout un réseau de ramifications à l'intérieur du bureau téléphonique qui classe les abonnés par milles, par cen-

taines, par dizaines, on peut arriver à trouver le numéro qu'on a voulu appeler ; la recherche est donc méthodique.

Bien entendu, la recherche en elle-même serait quelque chose de très simple si un seul abonné avait à chercher l'un de ses correspondants du réseau téléphonique. Ce qui rend les recherches méthodiques beaucoup plus difficiles, c'est qu'il faut que, parmi les 10.000 abonnés d'un même central, un nombre quelconque d'entre eux puissent en même temps chercher chacun son correspondant.

Ce problème est résolu par l'artifice du multiplage des lignes, bien connu des opératrices en téléphonie manuelle ; néanmoins le multiplage conduirait à des solutions extrêmement coûteuses si le nombre des organes mécaniques à mettre ainsi dans le bureau, pour permettre les recherches simultanées, était aussi élevé qu'il peut sembler nécessaire à première vue. Il faut donc des artifices pour réduire les organes mécaniques au strict minimum. C'est là qu'intervient, au point de vue théorique, l'application des mathématiques à la téléphonie automatique. Il s'agit de savoir combien, parmi ces 10.000 abonnés, il peut y avoir de probabilités de conversations simultanées, quel est le chiffre moyen de ces conversations, et quelles probabilités il y a pour que ce chiffre moyen soit dépassé. En appliquant les considérations mathématiques une fois pour toutes, on détermine le nombre des organes à installer. Chaque organe est d'une complication assez grande. Comme on doit avoir plusieurs milliers d'organes de ce genre, avec tout leur câblage, à mettre dans un bureau, il y a intérêt à faire de bons calculs pour en réduire le nombre au minimum.

Cela étant, les impulsions envoyées par le cadran numéroteur de l'abonné agissent sur le mécanisme du bureau central au moyen d'un organe qui enregistre ce que l'abonné a dicté et qui peut le retransmettre au rythme voulu. C'est en somme un intermédiaire ; il a ses inconvénients, puisque cela complique le mécanisme et augmente le prix ; mais il donne plus de sécurité. Ce nouvel organe est interposé entre la commande de l'abonné et le mécanisme sélecteur.

Une autre considération à envisager est de savoir comment les organes vont faire tourner leurs balais frotteurs. Le système que nous avons adopté enregistre d'abord les impulsions transmises par

l'abonné et ne réexpédie rien. Chacun des organes tournants qui se trouvent dans les sélecteurs Western Rotary peut être embrayé à des arbres tournants avec une force aussi grande que l'on veut et à une vitesse constante. Donc, lorsque l'enregistreur a enregistré 7, 3, 2, 1, par exemple, on commande tout simplement l'embrayage du mécanisme du premier sélecteur, qui embraye sur son arbre moteur et se met à tourner. Ce sélecteur porte un interrupteur qui, chaque fois que le sélecteur fait un pas, renvoi en arrière une impulsion sur l'enregistreur et le ramène progressivement sur le zéro. Lorsque, ayant avancé de sept pas, le sélecteur a ainsi ramené l'enregistreur de 7 à 0, l'enregistreur commande « stop » et débraye l'organe sélecteur, qui s'arrête. Il y a donc là un contrôle inverse du fonctionnement ; il y a aussi une commande fonctionnant avec une source d'énergie étrangère, et cela donne au système précision et robustesse.

Service d'une agglomération urbaine avec plusieurs centraux téléphoniques. — Nous allons examiner comment on arrive à sélectionner l'abonné demandé, dans une grande ville comme Paris, où il y a plusieurs bureaux centraux.

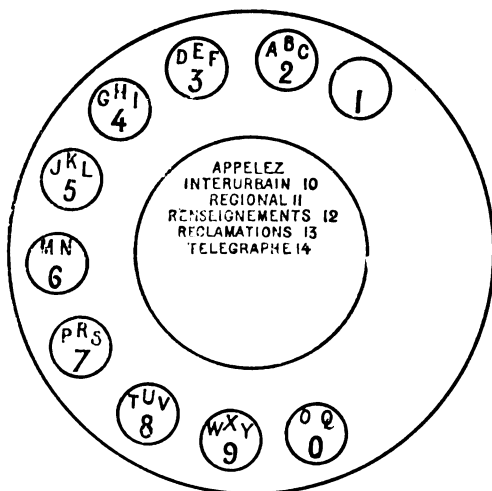
Dans chaque bureau de 10.000 abonnés, on formera une série qui comprendra, par exemple, les numéros de 00.01 à 99.99. Mais nous avons dans la série « Ségur » tous ces numéros ; puis dans la série « Louvre » nous avons les mêmes numéros, etc... Il faut pourtant que l'abonné possède les moyens de téléphoner à volonté dans chaque série.

Pour cela, deux procédés étaient en présence. L'un consistait à remplacer « Ségur » par un certain chiffre, par exemple 132, et à avoir 132.00.00 jusqu'à 132.99.99 ; de même pour « Louvre », prendre l'équivalent 811, par exemple, pour faire 811.00.00 jusqu'à 811.99.99, etc... Cela ne nous a pas paru satisfaisant, parce que cela demandait un certain effort de mémoire qui n'aurait pas plu à la clientèle.

Nous avons donc préféré conserver les noms « Ségur », « Louvre », etc... Pour cela, nous allons mettre l'alphabet A, B, C, etc... dans le cadran à numéros ; mais, comme nous avons vingt-quatre lettres dans l'alphabet, on a mis trois lettres dans chaque trou.

Ainsi, pour numéroté le central « Louvre », par exemple, nous n'avons qu'à faire tourner le cadran en prenant trois lettres successivement : L, O, U, dans chacun des trous alphabétiques. Dans l'annuaire de Paris « Ségur » sera SEG majuscules. On donnera son numéro à ses correspondants comme on le fait aujourd'hui, mais on composera seulement SEG 17.15 sur le cadran à numéros.

Examinons maintenant le problème des liaisons entre bureaux



Cadran d'appel de Paris.

centraux. Représentons le bureau « Ségur » par la combinaison SEG. Ces lettres correspondent, dans les trous du cadran alphabétique, à la combinaison numérique 734. Donc Ségur 17.15 sera numéroté, à l'insu de l'abonné, comme 734.17.15. Comment l'abonné va-t-il atteindre « Ségur » ? Il faut qu'à son bureau de départ il y ait tout un système de lignes qui lui permette d'atteindre directement « Ségur ». Il serait chimérique de prétendre que nous puissions faire des liaisons directes de tous les bureaux deux à deux : ces liaisons seraient coûteuses et travailleraient à un rendement déplorable. En France, nous avons voulu, suivant en cela l'exemple de ce qui a été fait à New York et de ce qui se fait à Londres, avoir quelque chose d'extrêmement souple ; c'est l'enregistreur qui va nous le

permettre, et nous avons non seulement un enregistreur mais ce que nous appelons un *enregistreur-traçacteur*.

Les fonctions de l'enregistreur ont déjà été expliquées. On sait que SEG 17.15 correspondrait, d'après notre cadran de numéros, à 734.17.15. La sélection numérique 734 doit permettre d'atteindre le bureau Ségur. Il faut examiner s'il n'y a pas une autre combinaison numérique qui permette d'atteindre le but en transitant par une autre ligne. Supposons que ce soit la combinaison 812. Il n'y a qu'à enregistrer 734 et à réexpédier 812. Pour les gens initiés à la pratique des répartiteurs, ce n'est pas difficile. Dans chaque bureau, il y a un répartiteur spécial pour les enregistreurs, et chaque fois qu'on enregistrera 734, on réexpédiera, par exemple, 812 par le répartiteur spécial. L'ensemble de toutes ces traductions est néanmoins très délicat parce que, si le bureau d'origine est Vincennes, nous pouvons avoir besoin de traduire « Ségur » par 812 ; mais, si le bureau d'origine est Levallois, ce n'est pas par 812 que nous avons besoin de traduire « Ségur », mais par un autre numéro qui corresponde à la topographie particulière des lignes rayonnant de Levallois.

Ainsi, dans un bureau où nous traduisons « Ségur » (734) par 812, cela signifie que les lignes auxiliaires à emprunter de ce bureau vers « Ségur » partent du huitième niveau et non du septième ; elles donnent ensuite le premier niveau d'une sélection suivante (mais pas nécessairement dans le bureau d'origine : elle peut être par « tandem » dans un bureau autre que le bureau d'origine interposé entre lui et le bureau Ségur). Lorsque nous traduisons « Ségur » (734) par 812, nous partons certainement du huitième niveau du bureau d'origine, ensuite nous passons à un niveau 1 ou bien dans le bureau d'origine ou bien dans un bureau tandem, et enfin à une sélection du niveau 2 dans une troisième sélection, qui est indifféremment, selon les cas, au bureau d'origine ou dans un premier tandem ou dans un deuxième bureau tandem. Nous pouvons donc ainsi passer par deux tandems.

Bilan mondial de la téléphonie automatique. — Il y a quatre villes que nous pouvons citer en exemple : d'abord la ville

qui est la reine de la téléphonie : New York. New York a adopté quelque chose qui n'existera qu'à New York et que nous ne verrons probablement jamais en Europe : New York a adopté un système qui est le Western Electric Pannel. Le Western Electric Pannel, d'après son schéma électrique, ressemble énormément au Western Electric Rotary ; mais il ne faut pas étudier la téléphonie uniquement sur les schémas électriques : il faut voir les organes, les meubles. Les organes du rotary sont des organes tournants à champ de broches ayant une certaine capacité. Dans le pannel, quoique le schéma électrique soit à peu près identiquement le même que dans le rotary, les organes, au lieu d'être tournants, sont d'immenses panneaux, et les balais, au lieu de tourner, grimpent par ascension sur des panneaux plats. La capacité des champs de broches n'est pas la même, non plus que le mécanisme. De plus, le pannel est d'une construction extrêmement coûteuse et il eût été impossible de l'adopter en France : l'outillage d'usine nécessaire pour en entreprendre la construction se monte à 2.000.000 de francs environ, comme outils seulement.

Donc New York a choisi le Western Electric Pannel, tandis que Londres a choisi le système Strowger, avec enregistreur-traducteur, c'est-à-dire avec le « directeur » Strowger.

Pour Berlin, le système choisi est le système de Siemens et Halske, le grand constructeur allemand. Ce constructeur est parti des brevets Strowger ; mais il n'a pas voulu adopter le « directeur » : il a préféré faire un rayonnement méthodique des lignes dans Berlin, après avoir partagé la ville en secteurs et avoir adopté certains correctifs. En France, nous avons donné nos préférences à un quatrième système, le « Western Electric Rotary ». Dans les grandes capitales du globe, nous avons donc quatre systèmes différents, et c'est l'avenir seul qui dira quel fut le meilleur choix ; mais cet avenir est encore lointain, car Paris n'aura fini sa transformation que vers 1937 ; Londres et Berlin vraisemblablement aussi vers la même date.

Régime de la conversation taxée avec l'automatique. — A Paris, nous avons une zone intra-muros, à tarif simple, et la zone extra-muros, à taxe double.

Il y avait là une difficulté considérable à surmonter. Après des études assez longues, nous sommes arrivés à la résoudre en chargeant l'enregistreur-traducteur de faire tout seul la besogne. La solution paraît peut-être coûteuse, mais elle est, en tous cas, la plus sûre. En effet, c'est un des avantages des enregistreurs-traducteurs. A partir d'un bureau d'origine quelconque, puisque nous commençons par enregistrer l'indicatif du bureau destinataire, il est facile de faire deux lots de ces indicatifs par rapport à ce bureau d'origine : un lot d'indicatifs à taxe simple et un autre lot à taxe double ; et, puisque chacun est marqué et que nous avons enregistré, nous préparons tout de suite une taxation simple ou double. Si la communication aboutit, cela marquera fatalement la taxe simple ou double ; si elle n'aboutit pas, rien ne sera marqué. Ce système est extrêmement souple, car il nous permet de compter les taxes afférentes aux différents taux précités.

Annuaire du téléphone. — L'annuaire du téléphone de 1928 offre cette caractéristique, qu'il est établi comme si la transformation intégrale du réseau de Paris avait été faite. Si l'on n'avait pas fait ainsi, il aurait fallu qu'au fur et à mesure des transformations du téléphone on imprimât chaque fois un nouvel annuaire. C'était là un travail complexe et trop coûteux.

Solutions adoptées pour assurer le service téléphonique pendant la période transitoire durant laquelle le manuel co-existera avec l'automatique. — Nous avons dit que le premier de nos bureaux automatiques, le bureau « Carnot », serait ouvert à Paris pour 6000 abonnés, vraisemblablement au mois de juillet 1928. Par conséquent, le premier problème qui se pose est de savoir comment nous allons donner les communications des 6000 abonnés de Carnot aux 144.000 autres abonnés manuels restant à Paris et inversement.

Nous allons étudier séparément et avec quelques détails les deux cas :

1° Un abonné du bureau automatique « Carnot » veut parler avec un abonné de l'un des bureaux manuels de Paris.

Nous avons dit que, dès cette année, l'annuaire des téléphones est préparé pour l'ensemble du réseau de Paris automatique, c'est-à-dire que tous les bureaux, quels qu'ils soient, que ce soit « Carnot », déjà automatique, ou bien « Louvre », ou bien « Marcadet », etc..., tous seront désignés sur l'annuaire avec trois lettres capitales formant l'indicatif du bureau, suivies de lettres minuscules complétant le nom usuel de ce bureau mais qui ne seront pas transmises sur le cadran à numéros. Donc, si l'abonné de « Carnot » veut appeler « Louvre », il devra manipuler son cadran à numéros comme si « Louvre » était automatique : il fera, par exemple, LOU 37.55. Comment les opérations vont-elles se passer pour qu'il puisse atteindre l'abonné Louvre 37.55 ?

Le moyen le plus commode d'avertir l'opératrice B de « Louvre » qu'elle devra donner la communication, est de pouvoir lui mettre sous les yeux l'inscription lumineuse « 37.55 ». Dès l'instant que, dans la liaison d'un abonné automatique vers un autre abonné automatique, il y a déjà enregistrement, il suffit que, dans les relations de l'automatique vers le manuel, le même enregistrement existe ; mais il faut qu'il se traduise d'une autre manière. On enregistre donc comme d'habitude, et l'on fait traduire en caractères lumineux sur un transparent approprié.

Si nous voulons que le rendement soit élevé, comme chaque enregistreur met un certain temps à débiter ce qu'il a reçu, il est nécessaire de mettre plusieurs enregistreurs à la disposition de l'opératrice B. Les appels qui arrivent par la voie automatique sur ces enregistreurs sont inscrits, et attendent leur tour pour sortir sur le cadran lumineux. Avec ce mode d'exploitation, le rendement d'une opératrice B devient plus grand dans le téléphone automatique que dans le manuel, pourvu qu'elle ait un nombre d'enregistreurs suffisant pour sa capacité de travail.

On peut se demander si, avec cette exploitation, il y aura plus ou moins de faux numéros qu'avec l'exploitation actuelle. Plusieurs autorités déclarent que la qualité de l'oreille est supérieure à celle de l'œil et que les numéros prononcés avec une bonne articulation et entendus avec une bonne oreille sont reproduits avec moins d'erreurs que s'ils sont inscrits en chiffres lumineux. Quant à nous,

nous estimons que, dans le système voix-oreille nous avons un commandement fugitif et une audition brève, tandis que, dans le système lumineux, nous avons un enregistrement durable et que, de ce fait, le dernier système nous paraît préférable au premier. Donc, s'il y a un service par une opératrice B munie d'indicateurs d'appel sur position B d'arrivée complète et non sur B tandem, nous croyons qu'il y aura très peu de faux numéros. Si l'appel arrive sur positions B tandems, évidemment, toutes les causes d'erreur de la voix subsistent entre B tendem et B final.

2° Un abonné d'un bureau manuel veut causer avec un abonné d'un bureau automatique.

Supposons un abonné de « Louvre » qui veut appeler un abonné de « Carnot ». L'abonné de « Louvre » sera servi par une opératrice. Reste à savoir comment l'opératrice A qui, au bureau « Louvre », aura pris la demande pour Carnot, va y donner suite. Ici, nous avons plusieurs sortes d'équipements possibles. Nous pouvons faire des équipements soit sur position A soit sur position B. Il existe des différences assez considérables entre les deux procédés. D'abord, l'équipement sur position B, que ce soit dans un cas ou dans l'autre, offre plusieurs procédés également possibles.

Un premier procédé serait de donner aux opératrices A un cadran à numéros, comme celui du téléphone automatique. Or, étant donné que la manœuvre du cadran à numéros est lente, cet appareil, qui peut convenir à un abonné qui demande au maximum une vingtaine de communications par jour, n'est pas suffisant pour une opératrice qui voit entrer plus de cent demandes à l'heure. Ce procédé est donc à rejeter. Il faut donc que nous donnions à des opératrices A ou B (nous verrons tout à l'heure dans quel cas il faudra avoir des opératrices A ou B) un équipement qui permette d'envoyer des impulsions d'appel automatique beaucoup plus rapidement qu'on ne le fait par la manœuvre du cadran à numéros de l'abonné ordinaire.

Une autre idée consiste à avoir des claviers à plusieurs rangées de dix boutons chacune. Nous avons, par exemple, à transmettre 38.53. Imaginez que nous ayons quatre rangées de dix boutons, chacune portant les dix numéros : 1, 2, 3, etc... Nous pouvons

frapper le troisième bouton de la première rangée, puis le huitième de la seconde rangée, le cinquième de la troisième rangée et le troisième de la quatrième rangée. Il est certain que c'est déjà plus rapide que la manœuvre d'un cadran à numéros. Mais nous aurions besoin, à Paris, non seulement de quatre rangées de boutons, mais aussi de rangées supplémentaires pour transmettre les indicatifs ou leur correspondance numérique. La solution du clavier à rangées de boutons n'est guère applicable pour les positions d'opératrice A. On se rend compte que l'encombrement de ce clavier est assez considérable, et, dans les bureaux manuels, il n'est pas possible de mettre ces rangées en surplus sur le keyboard d'une opératrice A. Par conséquent, cette solution n'est, *a priori*, applicable que pour une opératrice B.

Il faut que l'opératrice A, ayant pris la demande de numéro du bureau automatique, la passe à B ordinaire ou B tendem, laquelle manipulera son clavier et trouvera automatiquement l'abonné demandé. Ce dernier travail est fait par des opératrices spéciales qui ne manipulent plus le jack et les fiches ; elles n'ont à leur disposition qu'un clavier.

Insistons un peu sur l'équipement que doit posséder une opératrice B sans cordon. D'abord, par la manœuvre des boutons du clavier, on attaque, par un procédé quelconque, un enregistreur. Il y a une liaison électrique et mécanique convenable entre les mouvements que l'on fait sur les boutons et ce qui est enregistré sur cet enregistreur qui va ensuite commander le mécanisme du bureau automatique pour sélectionner l'abonné demandé. Comme l'enregistreur met un certain temps à fonctionner, il est prudent de donner à l'opératrice deux claviers, pour travailler sur l'un pendant que l'autre se libère, à moins qu'on n'imagine des dispositifs spéciaux pour qu'un clavier soit libéré très rapidement ou qu'on obtienne un enregistrement avec une rapidité telle, que le clavier soit libéré et connecté à un autre enregistreur avant que l'opératrice n'ait eu le temps de commencer à composer le numéro suivant sur ce clavier.

Comme pour les positions B ordinaires, ces positions B sans cordons recevront, par exemple, trente lignes auxiliaires venant

d'un bureau. Il s'agit de savoir quelle est celle des trente lignes auxiliaires sur laquelle viendra l'appel, afin que ce soit celle-ci qui soit connectée sur le clavier, et alors la technique du procédé est la suivante. L'opératrice B est connectée par une ligne d'ordre au bureau dont elle reçoit les ordres de manœuvre. On lui demande, sur la ligne d'ordre, de donner, par exemple, Carnot 48:53. Elle assigne la ligne auxiliaire et la connecte à son clavier. Elle fait la manœuvre sur le clavier, et ce clavier est libéré très rapidement après que la manœuvre des boutons est faite. La progression de l'appel peut même être suivie sur le clavier, afin de se rendre compte s'il part convenablement.

Il y a lieu de tenir compte des possibilités d'erreur. Si l'opératrice, en frappant sur son clavier, se rend compte qu'elle a fait une erreur, il lui suffit d'appuyer sur un bouton spécial pour détruire le numéro qu'elle avait commencé à enregistrer, et de composer ensuite le numéro correct. Il faut aussi qu'éventuellement elle puisse entrer sur la ligne pour parler à sa correspondante et avoir aussi une possibilité d'entrer en écoute sur la ligne auxiliaire.

Ce système d'équipement avec clavier à plusieurs boutons est applicable, ainsi que nous l'avons dit, aux opératrices B. Il peut paraître souhaitable d'avoir plutôt un équipement mis directement à la disposition des téléphonistes A. Nous avons rejeté tout à l'heure la solution du cadran à numéros pour les opératrices A. Il y a une autre solution très intéressante, que nous comptons appliquer assez largement à Paris : c'est la solution de la sélection directe par opératrice A au moyen d'un tout petit clavier à dix boutons seulement. Avec ce système, lorsqu'on a à composer un numéro, au lieu de le composer comme sur un clavier à quatre rangées de dix boutons, l'une correspondant aux mille, l'autre aux centaines, l'autre aux dizaines et la dernière aux unités, on appuie successivement, dans la même série de dix, sur 4, 8, 5, 3, et l'on commande un enregistrement comme on le commandait dans la solution dont il a été parlé précédemment. Dans ce cas, il faut que le système d'enregistrement soit très rapide, car on a moins de marge dans la durée de l'enregistrement. Mais, étant donné qu'une opératrice, même extrêmement habile, ne peut arriver à frapper les chiffres trop vite, on a

le temps de faire un enregistrement correct. Dans l'emploi de ce système, il ne saurait être question d'avoir des claviers sur lesquels on fasse plus de quatre chiffres, correspondant aux chiffres des mille, des centaines, des dizaines et des unités. Dans la première solution, on peut à volonté avoir des rangées de boutons supplémentaires correspondant à la sélection du bureau par le procédé automatique de manœuvre sur clavier. Dans la seconde solution, la sélection du bureau se fait toujours au préalable et de la manière suivante. La rangée unique de dix boutons peut très bien se mettre en avant du key-board. L'opératrice aura également des jacks de départ vers les divers bureaux. Supposons qu'il y ait plusieurs bureaux automatiques à Paris : « Carnot », « Denfert », « Odéon », etc... L'opératrice aura un certain nombre de jacks de départ marqués « Carnot », d'autres « Denfert », d'autres « Odéon ». Par une première opération, elle prend un jack « Carnot » si elle a besoin de « Carnot ». Un système électrique assez compliqué, qui sera commun à toutes les positions A, déterminera alors la sélection d'une ligne auxiliaire vers le bureau, soit « Carnot » si l'on a pris un jack « Carnot », soit « Denfert » si l'on a pris un jack « Denfert », soit « Odéon » si l'on a pris un jack « Odéon », etc... Cette ligne auxiliaire sera connectée automatiquement au jack enfiché. Un enregistreur étant également connecté à son clavier, l'opératrice aura donc, par la simple prise du jack, une ligne auxiliaire et un enregistreur. Ayant à la fois pris la ligne auxiliaire et le bureau intéressé, l'opératrice n'a plus qu'à taper les numéros 4, 8, 5, 3 sur son petit clavier à unique rangée de dix boutons, pour qu'aussitôt l'enregistrement ait lieu, que son clavier soit libéré, et que l'appel suive son cours par procédé automatique. Pour un autre appel qui lui arrive, elle n'aura qu'à sélectionner un autre départ de ligne auxiliaire vers le bureau intéressé et à frapper immédiatement le nouveau numéro sur son clavier sans avoir à s'occuper de rien.

Ce système est extrêmement séduisant, puisqu'il évite presque tous les intermédiaires. Il permet de faire passer un appel du manuel vers l'automatique avec une seule opératrice interposée, et est facilement adaptable dans tous les bureaux manuels puisqu'il est très peu encombrant sur le key-board de l'opératrice A. Ce système a été

étudié avec un très grand soin lorsque nous avons voulu faire le choix d'un système de téléphonie automatique dans la région parisienne.

Le système Western Electric Rotary, que nous avons choisi, comporte des enregistreurs lumineux d'appel et des positions B sans cordon. Des dispositifs semblables fonctionnent déjà en Europe. Nous avons pu aller les examiner sur place, en Belgique et en Suisse.

Le système de sélection directe sur opératrice A est d'invention plus récente, dans le système Rotary, que les indicateurs lumineux d'appel ou que les positions B sans cordon ; mais cependant il est déjà installé et fonctionne en Suisse. Nous l'avons vu fonctionner dans ce pays.

Le bureau « Carnot » aura 6000 abonnés, et il devra être en liaison avec les 144.000 autres abonnés de la région parisienne. On peut donc dire qu'il y a à peine cinq chances sur cent pour qu'un appel originaire de « Carnot » soit pour « Carnot ». Donc, si nous voulons mettre, d'une part, les indicateurs lumineux sur les positions B des bureaux de Paris où sont les jacks généraux des abonnés demandés, et d'autre part le petit clavier à sélection directe sur les positions A des bureaux de Paris où sont les jacks d'appel des abonnés demandeurs, on se rend compte que la seule ouverture d'un unique bureau de 6000 abonnés à Paris nous obligerait, avant même de pouvoir le mettre en service, à transformer sans exception tous les bureaux parisiens. Ce serait là un travail trop considérable. Aussi a-t-on décidé que « Carnot » formerait un petit bureau automatique complet sans aucune relation automatique avec les autres bureaux parisiens. Il contiendra, d'une part, tout le mécanisme automatique propre du bureau « Carnot » pour ses 6000 abonnés, et d'autre part, sans exception, tous les indicateurs lumineux nécessaires à l'écoulement du trafic du bureau « Carnot » vers les autres bureaux parisiens, et enfin toutes les autres positions B sans cordon, venant des autres bureaux parisiens vers le bureau « Carnot ». Ceci, naturellement, n'est qu'une étape, qui permettra l'installation, à loisir des autres bureaux automatiques.

Il est bien entendu que nous n'appliquerons pas la solution du bureau « Carnot » aux autres bureaux. Aussitôt que « Carnot »

sera ouvert, il faudra nous préoccuper de réaliser l'installation des bandes de bouton à sélection directe sur les positions A, dans les autres bureaux de Paris, et de l'installation d'indicateurs lumineux d'appel sur les positions B des bureaux parisiens. Pour des raisons d'économie, cette installation ne sera faite que dans les bureaux qui en valent la peine, c'est-à-dire les bureaux en bon état.

Cette transformation, d'ailleurs, n'est pas sans difficultés. Il ne suffit pas qu'un bureau soit considéré comme en bon état, mais il faut encore trouver la place suffisante pour les organes automatiques, qui sont nombreux et encombrants. S'il ne s'agissait encore que d'en mettre en nombre suffisant pour faire uniquement le service avec « Carnot », ce ne serait peut-être pas énorme ; mais, si ceux-ci sont des bureaux que nous conservons pendant sept, huit, ou peut-être dix ans en service, il faut que nous trouvions du premier coup, dans ces locaux, la place pour mettre tous les organes automatiques qui correspondent aux organes lumineux d'appel ou de sélection directe par boutons pour tous les bureaux automatiques à venir. Les premières études faites montrent qu'il sera malaisé de trouver la place suffisante. De plus, cette installation provisoire coûtera évidemment très cher. Mais ce ne sera pas là une dépense en pure perte, puisqu'une grande partie de ce matériel sera réutilisable lorsque les bureaux manuels seront transformés en automatique.

En somme, après avoir ouvert le bureau « Carnot » au mois de juillet 1928, nous nous proposons, entre cette ouverture et celle des deux premiers automatiques qui suivront, c'est-à-dire « Gobelins » et « Diderot », de réaliser sur une grande échelle le problème de l'installation d'indicateurs lumineux d'appel dans les bureaux manuels et de positions à sélection directe sur groupes A.

Bien entendu, les constructeurs vont travailler pour faire ces installations ; mais les mécaniciens de l'administration sont absolument nécessaires pour l'exploitation. Par conséquent, le nombre de mécaniciens qu'il faudra est considérable. L'administration a ouvert, depuis assez longtemps déjà, et d'une manière extrêmement heureuse, des cours spéciaux pour la formation de mécaniciens de la téléphonie automatique. Ces cours sont de très haute valeur et forment un noyau de mécaniciens qui seront réellement d'une grande compé-

tence. Il est à souhaiter que le nombre d'agents ainsi instruits soit suffisant pour les nécessités du nouveau service.

Problèmes que pose l'installation de la téléphonie automatique dans la zone extra-muros. — Il ne suffit pas d'avoir ainsi amorcé le fonctionnement du téléphone automatique dans l'enceinte du Paris limité par les anciennes fortifications. Le programme que nous nous sommes proposé pour le téléphone automatique est de traiter non seulement Paris, mais encore toute la région parisienne. Par « région parisienne », nous entendons tout spécialement la zone dite à taxe double. On sait qu'à l'intérieur de l'agglomération parisienne la taxe est uniforme, et que, lorsqu'une communication est établie entre l'intérieur de Paris, limité par les fortifications, et les communes de la couronne immédiatement voisine, la taxe est double. Cette zone à taxe double n'est pas très large : elle a la largeur de deux communes. C'est cette zone à taxe double que nous voulons incorporer à l'automatique parisien.

A l'heure actuelle, les communications de la banlieue à taxe double avec l'agglomération parisienne ne donnent pas, il faut le dire, une très grande satisfaction à notre clientèle. L'exploitation serait certainement meilleure si, au lieu d'avoir un grand nombre de petits bureaux dans la banlieue, nous avions des centres de groupement. Ce sont ces centres de groupement que l'administration cherche à faire dans la banlieue depuis quelques années, pour améliorer l'exploitation manuelle. De plus, des centres de transit seront créés dans Paris, pour servir de bureaux tandems pour l'établissement des communications de la banlieue avec Paris. Chacun des centres de groupement que nous allons réaliser en banlieue sera relié directement à l'un des centres de transit.

Nous avons considéré que la capacité de chacun des groupements de banlieue ne doit pas dépasser 10.000 abonnés, c'est-à-dire que, si nous considérons le centre de groupement de Colombes, qui groupe Bois-Colombes, Colombes et la Garenne, bureaux indépendants à l'heure actuelle, non seulement nous les réunissons en un centre unique, mais leurs numéros font partie de la même série de 10.000. Par exemple, Colombes, dans cette série-là, aura les 1000,

2000, 3000 ; Bois-Colombes aura les 4000 et 5000, et la Garenne aura les 6000, 7000 et 8000. Nous serons obligés de les nommer ainsi, afin de former un seul bloc de 10.000 abonnés.

Il est donc nécessaire que, dès l'annuaire des téléphones de 1928, on ne voit plus Colombes 173, la Garenne 18, mais bien, par exemple : COLombes 31.73, le 3 étant là pour l'un des mille affectés à Colombes Et, pour la Garenne, on verrait le même indicatif : COLombes avec (si la Garenne a les 7000 et 8000) 70.18. Il faut donc que, dès la publication de l'annuaire de 1928, nous laissions aux abonnés les numéros qu'ils ont déjà : 173 et 18, mais que nous les complétions à quatre chiffres en leur donnant les chiffres de mille correspondant à la commune particulière de l'intérieur du groupement. Nous avons donc, en opérant ainsi, réduit réellement chacun de ces centres de groupement de banlieue au rôle d'un bureau automatique unique.

Si nous prenons un abonné du bureau de Créteil qui désire communiquer avec un abonné du bureau de Gennevilliers, nous allons voir que la communication empruntera seulement deux tandems. L'abonné de Créteil fait partie d'une série dont le centre est à St-Maur-les-Fossés et d'un certain millier dans cette série. Lorsqu'il appellera en automatique, il se comportera donc comme s'il était abonné de St-Maur-les-Fossés ; il atteindra le tandem de l'avenue Daumesnil après avoir utilisé le bureau de St-Maur-les-Fossés qui est son point d'attache, plus un tandem de l'avenue Daumesnil. Comme le tandem Daumesnil est relié directement à Guyot par ce dernier central, il arrivera sur le centre de groupement d'Asnières, qui est le bureau d'attache du correspondant demandé puisque celui-ci, Gennevilliers, est un certain millier de la série d'Asnières. Il est donc arrivé chez son correspondant en passant par deux tandems seulement.

Cette organisation nous permet donc, avec certitude, de desservir correctement toute cette zone de banlieue à taxe double. Pour cela, il a fallu trouver, pour les centres de groupement en banlieue, des noms qui ne fassent pas double emploi, sur le cadran à numéros, les uns avec les autres et avec les noms des séries parisiennes.

Quand faut-il que ces centres de transit soient prêts ? Il serait nécessaire que ces quatre centres de transit pour la banlieue fussent

ouverts tous les quatre entre l'ouverture du bureau « Carnot » et l'ouverture du deuxième bureau automatique parisien. Bien entendu, les centres de transit ne dirigeront vers la banlieue automatique que ce qui correspondra à l'état d'automatisme de cette section de banlieue. Le rôle de ces centres est, en effet, le suivant. Entre Paris automatique et la banlieue encore manuelle, toute communication entre un abonné d'un bureau déjà automatique à Paris et la zone qui sera encore manuelle dans la banlieue à taxe double, tombera obligatoirement sur une position B à indicateur d'appel qui sera au centre de transit correspondant. Nous l'amènerons par la voie automatique jusqu'à ce point-là. Prenons, par exemple, le deuxième bureau automatique ouvert à Paris : « Diderot ». « Diderot » étant ouvert, un abonné voudra parler à Sèvres. Que va-t-il se passer ? L'abonné de « Diderot » numérotera sur son cadran : Sèvres, tel et tel numéro ; il faudra que ces numéros apparaissent quelque part sur l'indicateur lumineux d'appel. Pour Sèvres, l'indicateur lumineux d'appel sera au centre de transit de la rue Jobbé-Duval. Dès le milieu de 1929, dès l'ouverture du bureau « Diderot », nous voulons que les indicateurs lumineux correspondant au trafic vers toute la banlieue encore manuelle fonctionnent dans les quatre centres de transit. Lorsque ces quatre centres de transit auront été installés, nous aurons l'ossature toute prête pour la transformation automatique de la banlieue au jour le jour.

Une autre question se pose : Comment la taxe double sera-t-elle perçue ? C'est très simple : l'indicatif de l'appel s'indique sur l'enregistreur et, par cette marque, prédétermine une taxe double. Si la conversation aboutit, la taxe sera double ; si elle n'aboutit pas, elle sera zéro et enregistrée ainsi au bureau de départ.

Au delà de la zone à taxe double, il y a une deuxième zone, que nous appelons la zone *régionale*, dont le tarif est d'un franc par communication. Comment vont se faire les relations entre l'automatique et la zone régionale ? Au point de vue des abonnés, le problème est facile. Il a été convenu que l'on appellerait le régional par le nombre 11 ; l'abonné n'aura que le nombre 11 à composer pour l'obtenir ; et, lorsqu'il aura chiffré 11 sur son cadran d'appel, au lieu de trouver un abonné, il tombera sur une opératrice du bureau

régional, qui le servira exactement comme il est servi à l'heure actuelle, c'est-à-dire qu'elle lui donnera la communication instantanément si elle peut ; mais, si elle doit le rappeler, au lieu de le faire par jack et fiche, elle aura le clavier à dix boutons pour sélectionner elle-même l'abonné automatique qui l'a appelée.

Mais au delà de la zone régionale à taxe d'un franc, il y a la zone de la France entière, et même de l'Europe entière puisqu'à l'heure actuelle on peut téléphoner avec presque tous les pays de l'Europe. Nous appelons cette zone *zone interurbaine*.

Là encore, nous avons fait choix d'un certain nombre pour appeler les annotatrices de l'interurbain : nous avons choisi le nombre 10. Lorsque, sur le cadran d'appel, on fera 10, on tombera sur une annotatrice de l'interurbain, qui inscrira la demande d'appel à la manière ordinaire. La seule remarque que l'on puisse faire est que l'on peut taxer ou non l'appel de l'interurbain.

Comment l'interurbain va-t-il rappeler l'abonné demandeur, puisque la caractéristique de la communication interurbaine est de rappeler toujours l'abonné demandeur ? Plusieurs solutions étaient possibles. On aurait pu donner aux opératrices interurbaines des claviers pour sélectionner les abonnés demandeurs. On ne l'a pas fait. Nous avons pensé qu'il valait mieux prendre les abonnés de l'interurbain sur des jacks ; c'est pourquoi, dans tous les futurs bureaux automatiques, il y aura un ou plusieurs groupes intermédiaires de l'interurbain, comme il y en a déjà dans les bureaux manuels. L'opératrice interurbaine pourra, à volonté, se mettre en écoute ou couper l'urbain, si elle le juge utile. Cela permettrait, si la clientèle en exprimait le désir, de donner certaines communications interurbaines par priorité sur les communications urbaines.

Il y a autre chose de très délicat dans l'exploitation interurbaine : c'est que certains abonnés refusent d'avoir l'interurbain. Ce sont généralement les cafés, qui n'en veulent pas parce que les clients qui demandent l'interurbain risquent de les escroquer en se faisant imputer le prix d'une communication urbaine. Avons-nous le moyen, en automatique, de laisser un abonné libre d'accepter l'interurbain ou de le refuser ? Pour cela, il n'y a qu'à partager les abonnés en deux groupes : ceux qui acceptent l'interurbain seront

servis par certains chercheurs de lignes ; et le groupe qui refuse, par d'autres chercheurs de lignes. Nous avons étudié ce problème et vu qu'il ne présenterait pas de difficultés spéciales. La proportion d'abonnés qui refusent l'interurbain est assez faible, et nous croyons que nous sommes en mesure de servir la clientèle presque à volonté sur l'acceptation ou le refus de l'interurbain.

Transformation des installations chez les abonnés. — Paris comptant 150.000 abonnés, il faut faire 150.000 transformations. Quels sont les divers cas qui vont se présenter ?

Il y a d'abord le cas d'un abonné simple : une ligne au réseau avec un seul appareil au bout. Dans ce cas, il n'y a qu'à mettre un cadran sur cet appareil. Ce travail permettra en outre de recenser les abonnés qui ont de vieux appareils, et de faire ainsi les remplacements utiles. Tous ces recensements et changements seront des travaux préparatoires ; nous avons déjà commencé pour la circonscription « Carnot » qui doit ouvrir cette année.

Mais il y a aussi, à Paris, un très grand nombre d'abonnés qui ont des installations plus compliquées qu'un simple appareil : il y a des abonnés qui ont des tableaux. Les installations entretenues par l'administration seront naturellement transformées par elle, et, selon qu'elle possèdera des tableaux neufs adaptés, à mettre à la place des anciens tableaux, elle fera le changement. Elle en aura d'autres à transformer d'urgence, avant même d'avoir un stock adapté à l'automatique ; dans ce cas, elle mettra un tableau auxiliaire entre l'installation de l'État et l'ancienne installation ; la solution du tableau auxiliaire ne sera, bien entendu, qu'une solution provisoire et liée à l'importance du stock de tableaux adaptés qu'aura l'administration.

Enfin le dernier cas est celui des abonnés qui ont des installations entretenues par l'industrie privée. Ce cas est assez intéressant à considérer, parce qu'il y a un très grand nombre de fabricants qui travaillent à Paris et d'innombrables types d'installations. Il faut que chacun des constructeurs prenne le soin d'étudier l'adaptation de ces installations au futur automatique parisien et la réalise à temps, sinon nous serons gênés dans l'ouverture de nos bureaux.

Nous savons que les constructeurs sont les premiers intéressés à étudier ces modifications et à être très vite prêts pour pouvoir vendre des tableaux à leur clientèle ; mais nous avons besoin qu'ils le fassent. Dans les futures installations, il y a beaucoup d'abonnés qui voudront avoir de petits automatiques particuliers chez eux : il y en a déjà avec la téléphonie manuelle, et il y en aura encore plus quand nous aurons l'automatique sur le réseau de l'État. Alors plusieurs problèmes pourront se poser. Par exemple, on peut se demander si, avec un automatique privé, dans une maison de commerce, il y a intérêt à saisir directement le réseau de l'Etat, qui serait lui-même automatique, sans passer par l'intermédiaire d'une standardiste, privée ou non. C'est intéressant dans beaucoup de cas et peut être réalisé ; néanmoins certaines raisons peuvent militer en faveur du libre choix laissé au client et au constructeur, ce dernier étant libre d'avoir deux modèles d'installation, l'un permettant de le faire prendre par une standardiste privée, ou même, dans les grandes installations, d'avoir les deux possibilités.

Divers autres problèmes que pose l'installation de l'automatique. — Prenons le cas d'une grande maison de commerce qui a plusieurs lignes avec le réseau. On sait qu'à l'heure actuelle nous recommandons aux maisons de commerce qui ont plusieurs lignes avec le réseau de prendre des numéros à la suite des uns des autres : en prenant des numéros de cette façon, si un client les demande et que le numéro appelé ne soit pas libre, l'opératrice fait le test de tous les autres numéros de la série et on a ainsi beaucoup plus de chance d'avoir la communication sans avoir à entendre l'irritant « pas libre ». L'automatique permet de mettre un seul numéro sur l'annuaire pour les abonnés à plusieurs lignes : tous les numéros à la suite seront explorés sans que le demandeur ait à s'en préoccuper. On obtient ce résultat au moyen de sélecteurs finals, de connecteurs d'un type particulier, sur les séries spéciales sur lesquelles on raccordera les abonnés ayant plusieurs lignes au réseau. Si le premier numéro n'est pas libre, le mécanisme passe automatiquement à la ligne suivante, et ainsi de suite ; ce n'est que sur la dernière ligne, si elle n'est pas libre, qu'il donne le signal « pas libre ».

Il y a également, pour la clientèle, d'autres problèmes à résoudre, et nous insistons sur le fait que tous ces problèmes ont été considérés longtemps comme la pierre d'achoppement de l'automatique intégral.

Il y a le problème des liaisons de nuit. Nous ne parlons pas des liaisons de nuit pour les abonnés de la zone de banlieue qui veulent avoir la communication avec Paris, mais des liaisons de nuit d'une grande maison de commerce, par exemple une grande banque ou une grande usine où il y a des permanences de nuit. Pendant la journée, ils ont une certaine distribution de leurs lignes intérieures avec des lignes groupées, par exemple, qui aboutissent à un standardiste qui assure les liaisons entre le réseau de l'Etat et les postes intérieurs de la maison ; puis, une fois que le soir arrive, la ligne de réseau n°... est branchée sur le concierge, une autre ligne est branchée sur M. X... qui est en permanence aux coffres-forts, une autre à tel endroit, au domicile du directeur par exemple, qui peut habiter au cinquième étage, etc... Pouvons-nous faire cela en téléphonie automatique ?

Il y a plusieurs solutions techniques, les unes coûteuses, d'autres plus simples. Une solution très simple et qui ne coûte rien est de faire les liaisons directes de nuit comme en manuel. Voici, par exemple, une maison de commerce qui a la série Louvre 37.55 à 37.66. Elle dira : « Je veux que, pendant la nuit, le 37.55 soit chez le concierge, le 59 à la garde des coffres-forts, et le 66 au directeur. Nous allons donner la liaison directe purement et simplement, et puis, sur l'annuaire, nous mettrons : « Service de jour : appelez Louvre 37.55 », et dans le service de jour on appelle ce numéro sans appeler la suite : l'appareil cherche automatiquement pour trouver une ligne libre. Et puis on mettra : « Service de nuit : L. 37.55 concierge, 59 coffres-forts, etc... »

Voici encore un autre problème spécial : le problème des cabines à taxiphone, qui existent déjà à Paris en très grand nombre. Comment, en téléphonie automatique, allons-nous faire le service de ces cabines ? Bien entendu, le schéma électrique et le mécanisme de leur fonctionnement est tel qu'il est impossible de les mélanger aux abonnés ordinaires. Il faut donc faire des groupes spéciaux pour les

cabines à taxiphone. Comme l'unité des chercheurs est 100, nous sommes obligés d'avoir des groupes de 100 ; nous mettrons alors autant de groupes de 100 cabines à taxiphone qu'il faudra dans un bureau selon les présomptions de demandes d'abonnement pour ces cabines. Cela étant, le service normal de ces cabines serait assuré comme celui d'un abonné ordinaire.

Mais avec les cabines à taxiphone, il faut se préoccuper aussi du service de la zone vers la banlieue à taxe double, vers l'interurbain et vers le régional. Nous avons dit que, dans la téléphonie ordinaire, avec appareils non taxiphones, quand on voulait communiquer avec la banlieue, la taxe double serait déterminée par l'indicatif. L'abonné compose l'indicatif avec son cadran et, si c'est un indicatif qui correspond à une localité de banlieue, l'enregistreur ayant noté l'indicatif a tout de suite amorcé la taxe double sur son compteur. Avec le taxiphone, rien ne nous empêche, comme pour le poste ordinaire, de faire marquer double sur le compteur ; mais cela n'avancera pas le marchand de vins : il voudra que le client verse deux fois l'argent dans l'appareil ; donc ce qui importe n'est pas tant une difficulté technique pour faire marquer le double tarif au compteur de la cabine à taxiphone que d'obtenir le contrôle dont on a besoin pour s'assurer que le client a versé deux fois l'argent dans la boîte à sous. Cette difficulté a été résolue de la manière suivante. Lorsqu'un taxiphone demande la banlieue, au lieu de lui donner la localité de banlieue demandée, on lui donne une opératrice de Paris.

Voici, par exemple, un taxiphone qui demande « Louvre » ; comme c'est l'indicatif LOU, l'indicateur dit « Ça passe » et le client obtiendra « Louvre » par l'automatique. Mais, si l'enregistreur marque VIN pour Vincennes, l'enregistreur, s'apercevant que c'est pour taxe double, dit « Ça ne passe pas », et VIN est dirigé sur une opératrice. On perd ainsi tout le bénéfice de l'automatique. L'opératrice intervient ; vous demandez Vincennes, et l'opératrice vous dit : « Voulez-vous mettre une deuxième pièce de monnaie dans l'appareil ? », et, quand vous l'avez mise, l'opératrice donne suite à la demande.

Pour le régional et l'interurbain, le mécanisme est le même. Si nous voulons que le taxiphone puisse avoir le régional ou l'interur-

bain, le seul moyen de contrôle est de le faire passer par une opératrice ; mais c'est un peu plus compliqué, parce que la taxe est une taxe qui devient compliquée par l'interurbain. Pour le régional, la taxe est uniformément d'un franc ; mais pour l'interurbain elle est variable et peut atteindre 20 francs et plus. Comment arriver à avoir un contrôle ? Il y a un moyen. On sait bien que la plupart des abonnés au taxiphone refusent l'interurbain. Mais, s'ils l'acceptent, il faut que le régional (11) ou l'interurbain (10), lorsqu'on les appellera d'un taxiphone, ne soient pas obtenus directement, mais que le demandeur tombe sur une table de renseignements, qui aura un registre pour savoir si le poste demandeur un tel a une provision ou non et pour imputer la taxe pour donner suite à la communication.

Conclusion. — Lorsqu'on approfondit le problème de la téléphonie automatique, on est surpris de voir combien de multiples aspects il présente, et l'on se dit que, s'il y a eu des prodiges d'ingéniosité chez les inventeurs pour arriver à mettre au point un mécanisme de sélection automatique entre deux individus dans le cas ordinaire, il a fallu aussi des prodiges de recherche et de mise au point pour plier à l'exploitation ces mécanismes compliqués.

Nous espérons que le futur réseau téléphonique de Paris fonctionnera en automatique à la parfaite satisfaction de notre clientèle.

PROJET D'UN RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE URBAIN

selon le principe de la distribution, ⁽¹⁾

par E.-A. ENGLUND.

L'auteur expose les règles fondamentales observées par la Société Ericsson dans l'établissement de ses projets de réseaux téléphoniques urbains : ces règles concordent, dans leur ensemble, avec la doctrine de l'administration suédoise des téléphones.

Lorsque l'on veut élaborer le plan d'un réseau téléphonique urbain, il faut nécessairement prendre pour point de départ le nombre des habitants et son augmentation annuelle basée sur les renseignements statistiques des années précédentes. Il faudra ensuite établir, en se servant des données statistiques alors existantes dans les autres villes et en se rapportant aux conditions locales, le nombre approximatif des habitants par appareil sur lequel on pourra tabler dans le projet en question. Ce nombre peut être de 20 environ dans les villes petites et moyennes, lorsque le réseau téléphonique fonctionne d'une manière satisfaisante et lorsque les taxes d'abonnement sont normales. L'on peut certainement trouver des exemples de nombres plus élevés ou plus bas, mais pour un projet normal, les chiffres doivent rester très près de la réalité ou du moins aussi près que cela est nécessaire pour un premier travail. S'il s'agit d'un réseau urbain déjà existant, il sera bon de ne pas considérer par trop le nombre des abonnés, car il arrivera le plus souvent que le service aura été mauvais et que le réseau ainsi que le bureau auront été tellement insuffisants que les conditions nécessaires à la réalisation d'un développement rationnel auront fait dès lors totalement défaut et par suite que le nombre des abonnés n'aura pu être augmenté dans la proportion désirable.

1. Article paru dans *The L. M. Ericsson Review* (édition française : juillet-septembre 1927).

Puisque, comme nous venons de le dire, l'accroissement de la population est un des points de départ d'un projet d'installation téléphonique, il va de soi qu'il faudra également fixer la période de temps pendant laquelle le réseau téléphonique, dès sa première construction, devra répondre au besoin courant. Il s'agit là du réseau de distribution, car le réseau des câbles principaux se développera successivement suivant les besoins durant cette même période. Ces périodes sont de 5 à 10 ans (pour canalisation, une période éventuellement plus longue) et elles dépendent naturellement du capital disponible ainsi que d'un ensemble de circonstances locales qui peuvent éventuellement influencer sur la progression normale de la construction. Il faut cependant toujours tenir compte du fait que, si la première construction a été prévue pour une période de temps suffisamment longue, les frais de l'installation totale en seront, en règle générale, notablement diminués.

La fixation du nombre maximum des habitants c'est-à-dire en tenant compte de l'augmentation supposée) pendant une période donnée et que nous désignerons par a , ainsi que celle du nombre b des habitants par appareil, permettront d'établir les données suivantes, nécessaires pour le projet du réseau.

1. Nombre des abonnés supposés : $c = \frac{a}{b}$.

2. Nombre des lignes principales partant des câbles sortant du bureau central (câbles principaux) d . — Les expériences qui ont été faites pendant l'exploitation des réseaux téléphoniques souterrains ont permis d'établir que ce nombre était d'environ 30 % supérieur au nombre des abonnés supposés. Nous aurons donc :

$$d = 1,3 c = 1,3 \frac{a}{b}.$$

3. Nombre des lignes de distribution e . — D'après ces mêmes expériences, pour l'exploitation rationnelle d'un réseau téléphonique ce nombre correspond aux $\frac{4}{3}$ du nombre des lignes principales déjà calculé. Nous poserons donc :

$$e = \frac{4}{3} d = 1,75 c = 1,75 \frac{a}{b}.$$

4. Nombre des armoires de distribution f et capacité k de ces armoires. — En nous basant sur les circonstances locales, nous choisirons maintenant, en nous guidant sur le catalogue du matériel de lignes, la capacité (k) que nous jugeons la plus convenable pour les armoires de distribution. Nous devons réserver dans ces armoires le nombre des places nécessaires à l'accouplement des lignes principales et des lignes de distribution qui ont été établies suivant la proportion 3 : 4 ci-dessus fixée. Le nombre des armoires de distribution nécessaire sera dès lors :

$$f = \frac{e + d}{k} = 3 \frac{c}{k} = 3 \frac{a}{bk}.$$

5. Nombre des tubes g de la canalisation sortant du bureau central. — Ce nombre dépend de la capacité (K) choisie pour les câbles principaux. Il sera donc :

$$g = \frac{e}{K} = 1,75 \frac{c}{K} = 1,75 \frac{a}{bK}.$$

Le nombre des tubes ainsi obtenu suffira également pour contenir les câbles de distribution nécessaires.

Afin d'illustrer par un exemple concret cette méthode de l'établissement d'un semblable projet, nous supposons que a se rapportera à 100.000 habitants en 10 ans et b à 20 habitants par appareil. Nous aurons, d'après ce que nous venons de dire et pendant 10 ans :

nombre des abonnés :

$$c = \frac{a}{b} = \frac{100.000}{20} = 5000 ;$$

nombre de lignes principales :

$$d = 1,30 c = 1,30 \times 5000 = 6500 ;$$

nombre des lignes de distribution :

$$e = 1,75 c = 1,75 \times 5000 = 8750 ;$$

nombre des armoires de distribution :

$$f = 3,00 \frac{c}{k} = 3,00 \times \frac{5000}{700} = 22,$$

en supposant que la capacité des armoires corresponde à 700 lignes,

c'est-à-dire, en proportion des 3 : 4, à 300 lignes principales et 400 lignes de distribution.

Le nombre des tubes de la canalisation sortant du bureau central, en supposant que la capacité des câbles principaux soit de 300 paires, sera alors de :

$$g = 1,75 \frac{c}{K} = 1,75 \frac{5000}{300} = 30.$$

1. Les districts armoires. — Lorsque les données indiquées ci-dessus auront été calculées pour le réseau téléphonique prévu, la ville sera partagée en districts d'après le nombre des armoires. Chaque district armoire comprendra un nombre d'abonnés :

$$c_s = \frac{c}{f} = \frac{k}{3},$$

c'est-à-dire, si la capacité de l'armoire est fixée, comme c'est habituellement le cas, à 700 lignes, 200 à 250 abonnés. Les armoires sont les points fixes, autour desquels est construit tout le réseau. Leur nombre doit être tel qu'elles puissent servir les districts respectifs sans qu'il y ait lieu à de nouvelles répartitions ou à de nouveaux déplacements. La modification d'un district entraîne des difficultés et des dépenses supplémentaires. Les procédés de calcul que nous venons d'établir sont la garantie de cette condition, si du moins l'étendue de chaque district est en rapport avec l'accroissement du nombre des abonnés qui pourra survenir pendant toute la période fixée. Chaque projet doit donc être précédé d'une étude minutieuse et générale des conditions locales.

Pour déterminer l'étendue du district armoire, eu égard au nombre des abonnés, il faut faire une véritable évaluation de chaque quartier. On fera le calcul des téléphones dont chaque maison aura besoin pendant la période fixée, c'est-à-dire en se basant sur le nombre des appartements, des boutiques, des bureaux et autres installations, tant pour le présent que pour le développement à venir.

Chaque groupe de maisons placées convenablement les unes par rapport aux autres formera un district armoire, lorsque, sur la base des évaluations qui se rapportent à la période fixée, il comportera un nombre correspondant à $k/3$ des abonnés.

2. Le bureau central. — La situation du bureau central doit être déterminée d'après le système adopté pour le groupement des abonnés, d'autant plus que, dans la plupart des cas, il s'agit, pour les réseaux téléphoniques modernes, d'une exploitation automatique. Ce sera le double point de vue des économies à réaliser et de la sûreté de l'exploitation, tant en ce qui concerne le bureau que le réseau lui-même, qui emportera en tout cas la décision. La discussion de cette question ne rentre donc pas dans le cadre de cette étude. Nous nous contenterons de spécifier que, s'il est question d'un ou plusieurs bureaux, la répartition des districts armoires servira de guide pour la détermination des situations respectives de ces bureaux, mais en tenant toujours compte de la possibilité d'acquérir pour le bureau central un terrain convenable et placé dans la direction dans laquelle se produira l'extension prévue de la localité.

3. La canalisation. — Le plan d'une canalisation téléphonique doit correspondre à la répartition projetée de la ville en districts armoires.

Les tubes, au nombre déjà fixé, de la canalisation principale qui sort du bureau, sont répartis suivant le nombre des lignes de conduits qui partent dans les différentes directions selon les exigences du service et dont les types sont déterminés d'après le catalogue. Le nombre des tubes de la canalisation dans chaque direction diminue successivement eu égard au développement vraisemblable futur en passant les districts armoires. Cette diminution doit comprendre un nombre de tubes arrondis vers le bas, mais toujours de manière que le reste corresponde à un type de tube en usage.

La canalisation doit prendre, dans les différentes directions, le chemin le plus court à travers les parties de la ville les plus compactes afin que les câbles soient le moins longs possible. Il faut éviter les rues où passent les tramways afin de diminuer dans la mesure du possible les effets électrolytiques.

Les armoires de district sont placées autant que possible près de la canalisation principale, contre la façade des maisons, à moins d'être logées dans la façade même ou dans des endroits découverts. Des puits, reliés avec la canalisation principale par un conduit

convenable, sont placés sous les armoires dans le but de saisir les câbles téléphoniques.

4. Le réseau des câbles principaux. — Lorsqu'il s'agit du plan d'un réseau de câbles principaux, il est de règle que ces câbles soit posés d'une façon qui corresponde seulement aux besoins actuels des lignes principales dont le nombre d arrondi a été déterminé par exemple pour un avenir de 1 à 2 ans, toujours par district et d'après les types de câbles en usage. Cette méthode résulte de ce que les câbles principaux qui sortent respectivement du bureau central ont toujours une capacité plus grande que la somme des différentes capacités des câbles qui aboutissent aux armoires correspondantes. Ces surplus doivent être groupés aux points convenables pour pouvoir être employés facilement pour l'augmentation éventuelle du nombre des lignes principales dans les armoires. Ce groupement doit, pour le nombre des paires, correspondre au type de câbles en usage. Le réseau des câbles principaux s'augmente d'année en année dans la même proportion que le nombre annuel des abonnés, de façon que d reste toujours égal à 1,3 c.

5. Le réseau des câbles de distribution est, par contre, construit, dans tous les districts armoires, suivant les procédés de calcul indiqués plus haut et de façon à être complètement terminé. La canalisation principale est utilisée pour la pose des câbles dans la mesure du possible et en faisant attention à ce que la longueur des câbles soit le plus courte possible, ce qui parfois exige l'emploi de conduits particuliers à 1 ou 2 tubes ou de câbles aériens. Les câbles de distribution aboutissent dans les districts à des points de distribution placés en position centrale par rapport aux appartements et locaux des abonnés. Ces points de distribution ne doivent pas servir à plus de 10 à 20 paires, afin que les lignes d'abonnés qui en partent sous forme de câbles ou de lignes aériennes soient le plus courtes possibles.

Dans le cas où, par suite du manque de capitaux, il ne serait pas possible de construire complètement un réseau d'après un plan ainsi établi, il faudrait naturellement s'imposer quelques restrictions.

Ces restrictions ne devront jamais toucher au nombre des armoires, qui doit être obligatoirement celui que les données exposées ci-dessus ont permis d'établir. Il faut du reste remarquer que si, depuis le début, les armoires sont placées en nombre voulu, les longueurs des différents câbles de distribution seront plus courtes, et par cela même des économies considérables seront réalisées lors de la première installation. L'importance de la canalisation préalablement calculée pourra par contre être éventuellement réduite, mais les premiers conduits téléphoniques devront être installés à une profondeur telle, que l'on pourra toujours dans l'avenir réaliser une augmentation du réseau. L'on ne doit pas non plus faire d'économies aux dépens des câbles principaux établis suivant le paragraphe 4, et l'on ne peut admettre de diminutions dans le réseau des câbles de distribution qu'en cas d'absolue nécessité, vu que l'on ne peut parler d'économies sérieuses lorsqu'il s'agit d'un travail qui n'en sera, par la suite, que plus cher à exécuter.

6. Les lignes d'abonnés reliant les points de distribution aux appareils. — L'emploi des lignes d'abonnés avec câbles directs ou avec une ligne aérienne et des câbles partant des boîtes de distribution et aboutissant aux appareils dépend du degré d'agglomération des abonnés. Le premier procédé est généralement employé dans le centre de la ville pour les édifices importants, tandis que le deuxième trouve son application dans la périphérie ou dans les endroits où les abonnés sont clairsemés. Le premier procédé est préférable au point de vue de l'exploitation. Les lignes sont posées au fur et à mesure de l'augmentation réelle du nombre des abonnés.

Tels sont, en grandes lignes, les principes fondamentaux qui doivent servir de règles pour l'élaboration du plan d'un réseau téléphonique. De grandes sommes d'argent peuvent être économisées, si le projet est minutieusement travaillé dès le début. Le développement du réseau pourra se continuer dans la suite tranquillement et sans à-coups, les transformations coûteuses seront évitées et il sera facile de maintenir l'exploitation à un niveau tel que la direction des services aussi bien que les abonnés en tireront toujours les plus grands avantages.

SUR LES AMPLIFICATEURS A RÉSISTANCE

exempts de distorsion
pour les basses fréquences, ⁽¹⁾

par H.-F. MAYER.

Cet article contient une vue d'ensemble des équations qui expriment la relation entre le coefficient d'amplification, les limites de la zone des fréquences transmises, et les données des amplificateurs. Les mesures techniques nécessaires pour obtenir une transmission uniforme dans le domaine des fréquences audibles, y sont discutées. On y a indiqué, en outre, un couplage par réaction qui multiplie le coefficient d'amplification tout en offrant une entière sécurité de service.

I. THÉORIE DES AMPLIFICATEURS A RÉSISTANCE.

1. Zone de filtrage des amplificateurs. — Pour assurer, à l'aide d'amplificateurs, une transmission parfaite de la parole et surtout de la musique, il est nécessaire que le relais amplificateur amplifie, sans distorsion, une large bande de fréquences. Cette bande comprend, dans le cas idéal, tout le domaine des fréquences audibles, allant de 16 à 16.000 vibrations par seconde, soit environ 10 octaves, et correspond, exprimé en pulsations, à peu près à l'intervalle de $\omega = 100$ à $\omega = 100.000$.

Pour l'amplification sans distorsion d'une bande de fréquences si étendue, les amplificateurs à capacité et résistance (en abrégé : amplificateur C R) sont particulièrement désignés. Un tel étage d'amplification (fig. 1) consiste, comme on sait, en une lampe amplificatrice qui comprend une résistance R_a dans son circuit de plaque. Les variations de tension aux bornes de cette résistance sont transmises, à travers un condensateur (le condensateur de grille C_g), à la grille suivante. La résistance de fuite de la grille, R_g , est montée en parallèle avec la grille. Lorsque cette résistance est très grande,

1. Traduction d'un article paru dans l'E.T.Z. : 1927, p. 10.

on obtient, pour le coefficient d'amplification d'un tel étage d'amplification, la formule d'amplification bien connue :

$$V = \frac{1}{D} \cdot \frac{R_a}{R_l + R_a} \quad (1)$$

D désigne ici l'inverse du coefficient d'amplification ; R_l est la résistance intérieure de la lampe amplificatrice. Si l'on veut également

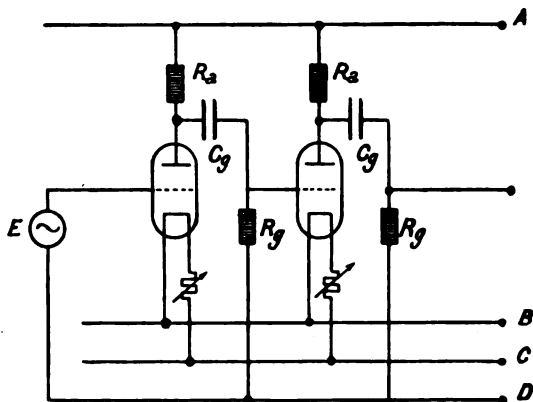


Fig. 1. — Amplificateur CR.

considérer l'influence de la résistance de fuite de la grille, il est plus pratique d'écrire la formule d'amplification de la manière suivante :

$$V = \frac{S}{\frac{1}{R_l} + \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_g}} = SR \quad (2)$$

S représente la pente de la caractéristique de la lampe amplificatrice ($SDR_l = 1$). On reconnaît que, au point de vue de l'amplification, les trois résistances R_l , R_a et R_g sont montées en parallèle. R est la résistance résultante de ces trois résistances :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_l} + \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_g} \quad (3)$$

R joue, dans la théorie de l'amplificateur à résistance, un rôle déterminant.

Il résulte d'abord, des équations (2), que l'on doit, pour avoir

un grand coefficient d'amplification, augmenter autant que possible la pente de la caractéristique de la lampe. Dans les cas pratiques, on peut, avec une approximation suffisante, négliger $1/R_a$ et $1/R_g$ par rapport à $1/R_l$; on a alors approximativement :

$$R = R_l,$$

et de l'équation (2), on tire la formule d'amplification :

$$V = 1/D.$$

On peut en conclure que, pour obtenir un grand coefficient d'amplification, il n'y a rien autre à faire qu'à diminuer autant que possible l'inverse du coefficient d'amplification. Cette conclusion n'est toutefois valable que tant qu'il s'agit de l'amplification d'une fréquence unique ou d'une petite bande de fréquences (car, comme cela ressort de ce qui précède, chaque diminution de l'inverse du coefficient d'amplification a pour résultat une diminution de l'intervalle des fréquences transmises, c'est-à-dire de la *zone de filtrage*).

Comme il n'entre, dans l'équation (2), aucune quantité qui soit fonction de la fréquence, le coefficient d'amplification V est indépendant de la fréquence. Ceci ne se produit toutefois que pour une zone moyenne et déterminée de fréquences, zone que l'on peut appeler *zone de filtrage* de l'amplificateur ; lorsque la fréquence s'écarte de cette zone et s'élève (ou s'abaisse), l'amplification diminue. On appelle *fréquence limite* la limite supérieure (ou, suivant le cas, inférieure) de la zone de filtrage. On considère comme fréquence limite la fréquence pour laquelle le coefficient d'amplification a diminué jusqu'à $1/\sqrt{2}$ de la valeur normale.

2. La fréquence limite supérieure. — La fréquence limite est déterminée par les résistances et capacités placées dans le système. La figure 2 représente le schéma de remplacement d'un étage d'amplification C R avec couplage par résistance et capacité. La lampe est remplacée par une force électromotrice de valeur $-\frac{E}{D}$ en série avec la résistance R_l ; R_a , R_g et C_g ont la même signification que sur la figure 1.

En outre, on doit encore imaginer de petits condensateurs

connectés en parallèle avec les lampes et les résistances R_a et R_g , condensateurs qui figurent les capacités propres (capacités internes des lampes). Comme celles-ci n'agissent que pour des fréquences assez élevées (pour lesquelles C_g se comporte comme un court-circuit), toutes ces capacités sont montées en parallèle ; on peut donc

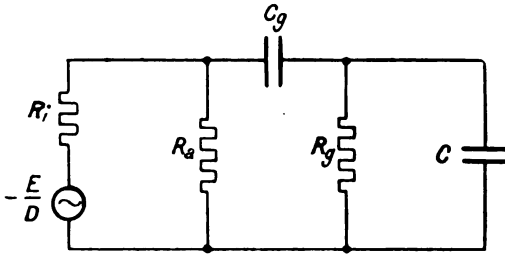


Fig. 2. — Schéma théorique d'un étage d'amplification CR.

les assimiler à un seul condensateur C qui serait monté en parallèle avec tout le système. Pour les fréquences élevées, il résulte directement de la figure 2, pour le coefficient d'amplification :

$$V = \frac{V_0}{\sqrt{1 + \omega^2 C^2 R^2}}, \quad (4)$$

si V_0 désigne l'amplification normale donnée par l'équation (2). On voit que le coefficient d'amplification diminue quand la fréquence croît. La capacité nuisible C et la résistance R déterminent la fréquence limite par la formule :

$$\omega = \frac{1}{RC} \text{ (fréquence limite supérieure)} \quad (5)$$

De nombreuses mesures ont montré, de manière concordante, que la valeur de la capacité nuisible C peut être abaissée, au moyen du montage normal actuel, jusqu'à environ 50 micromicrofarads. Sur ces $50 \mu\mu\text{F}$, de 15 à $20 \mu\mu\text{F}$ incombent aux connexions, à la mise sous écrans des conducteurs ; de 3 à $5 \mu\mu\text{F}$, à la capacité plaque-filament de la lampe amplificatrice ; de 5 à $8 \mu\mu\text{F}$, à la capacité filament-grille de la lampe précédente ; de 5 à $10 \mu\mu\text{F}$, aux admittances de perte de l'anode et de la grille ; enfin, en partie également, la capacité dite dynamique des lampes amplificatrices intervient dans cette capacité nuisible C .

La fréquence limite supérieure doit concorder avec la limite supérieure d'audibilité d'environ 16.000 périodes par seconde, ce qui correspond à une pulsation d'environ $\omega = 100.000$. Avec $\omega = 100.000$ et $C = 50^{\mu\text{F}}$, on tire de l'équation (5) la valeur : $R = 200.000$ ohms. En pratique les résistances R_a et R_g sont très grandes par rapport à la résistance intérieure R_i de la lampe, de sorte que l'on peut poser, avec une bonne approximation : $R = R_i$. Le résultat déduit de l'équation (5) montre alors que *la résistance intérieure de la lampe amplificatrice, en tenant compte de la fréquence limite supérieure, ne doit pas dépasser la valeur de 200.000 ohms.*

Nous devons attirer ici l'attention sur un fait particulièrement important. On a deux raisons de tendre à augmenter la résistance extérieure R_a : d'abord parce que, de cette façon, l'amplification augmente, et ensuite parce que la distorsion dite *non-linéaire* décroît simultanément. L'augmentation de la résistance extérieure présente toutefois le désavantage que, pour une tension extérieure constante de la batterie, le point de fonctionnement de la caractéristique se déplace vers des positions correspondant à des pentes moindres, de sorte que la résistance intérieure R_i de la lampe peut augmenter beaucoup. L'augmentation de la résistance intérieure R_i de la lampe a pour résultat une limitation de la zone de filtrage car, en vertu de l'équation (5), la fréquence limite supérieure décroît quand R_i augmente. La mesure de la résistance intérieure d'une lampe allemande du modèle RE 86, pour une tension de plaque de 220 volts, a donné, par exemple, une valeur de 30.000 ohms ; cette valeur, lorsqu'on intercalait dans le circuit de plaque une résistance de 100.000 ohms, montait à 60.000 ohms ; pour une résistance extérieure de 200.000 ohms, elle montait à 80.000 ; pour une résistance extérieure de 500.000 ohms, à 140.000 ohms ; et pour une résistance extérieure d'un mégohm, à 200.000 ohms. Comme cette valeur, par suite de la fréquence limite supérieure, ne doit pas être dépassée, la valeur d'un mégohm représente donc, dans le cas étudié, la résistance maximum admissible dans le circuit de plaque.

3. La fréquence limite inférieure. — Pour les fréquences basses, la capacité nuisible C ne joue aucun rôle, de sorte que le

coefficient d'amplification n'est déterminé que par les résistances du système et par le condensateur C_g (fig. 2). La tension, prise aux bornes de la résistance extérieure R_a , se partage entre le condensateur C_g et la résistance de fuite de la grille R_g . Un calcul simple donne approximativement, pour le coefficient d'amplification pour les basses fréquences :

$$V = V_0 \frac{\omega C_g R_g}{\sqrt{1 + \omega^2 C_g^2 R_g^2}}. \quad (6)$$

L'amplification diminue donc avec les basses fréquences. On tire de l'équation (6), pour la fréquence limite inférieure :

$$\omega = \frac{1}{R_g C_g} \text{ (fréquence limite inférieure)} \quad (7)$$

Celle-ci doit concorder avec les limites inférieures d'audibilité de 16 pér/sec ou environ $\omega = 100$. L'équation (7) donne une règle simple pour la mesure du condensateur de grille. Avec $R_g = 1$ mégohm et $\omega = 100$, on obtient, à titre d'exemple, $C_g = 10.000$ micromicrofarads. Pour un amplificateur pour poste de radio-diffusion, on peut toutefois considérer comme déjà suffisante une fréquence limite inférieure correspondant à $\omega = 200$. On voit que la fréquence limite inférieure est indépendante des propriétés des lampes employées.

II. RÉSULTATS PRATIQUES.

Le choix de la lampe amplificatrice est déterminé surtout d'après la bande des fréquences à transmettre, car la fréquence limite supérieure est déterminée, conformément à l'équation (5), par la résistance intérieure de la lampe. D'abord, en vue d'obtenir une grande amplification, l'inverse du coefficient d'amplification doit être rendu aussi faible que possible ; toutefois, la résistance intérieure de la lampe ne doit pas, d'après le paragraphe 2, dépasser la valeur de 200.000 ohms, dans la mesure où l'on veut maintenir la pulsation limite supérieure à la valeur de $\omega = 100.000$. Pour des amplificateurs pour poste de radio-diffusion, une fréquence limite supérieure correspondant à $\omega = 50.000$ doit, bien entendu, déjà suffire, car ici, par suite des propriétés sélectives des antennes d'émis-

sion et de réception et du microphone et du téléphone, les fréquences plus élevées ne seront transmises qu'imparfaitement.

La figure 3 montre le coefficient d'amplification (mesuré) d'un étage d'amplification avec couplage par capacité-résistance, en

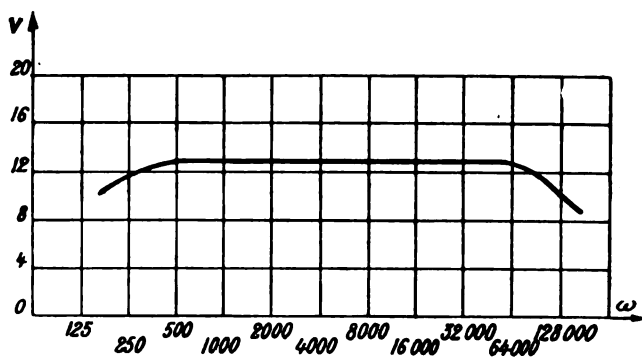


Fig. 3. — Coefficient d'amplification d'une lampe RE 86.

fonction de la fréquence ω . On voit que l'amplification est, dans de grandes limites, indépendante de la fréquence ; la fréquence limite inférieure correspond à peu près à $\omega = 150$ et la fréquence limite

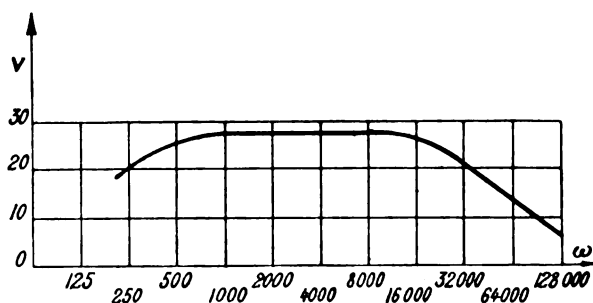


Fig. 4. — Coefficient d'amplification d'une lampe OCL 8.

supérieure à environ $\omega = 150.000$. La zone de filtrage ne concorde pas tout à fait avec la zone audible. La courbe se rapporte au type de lampe RE 86 ayant une valeur de 6 à 7 % pour l'inverse du coefficient d'amplification, soit un coefficient d'amplification d'environ $V = 12$.

Si l'on choisit une lampe dont l'inverse du coefficient d'ampli-

fication est plus petit, par exemple le type allemand OCL 8 avec $D = 2$ à 3% , le coefficient d'amplification (fig. 4) s'élève à $V = 28$; par suite de la faible valeur de l'inverse du coefficient d'amplification et de la résistance extérieure, la résistance intérieure de la lampe s'élève dans une mesure telle que la pulsation correspondant à la fréquence limite supérieure vaut environ $\omega = 35.000$, c'est-à-dire est beaucoup trop basse.

Il ne suffit donc pas, pour obtenir une grande amplification, de réduire autant que possible l'inverse du coefficient d'amplification; en ce qui concerne la fréquence limite supérieure, la pente de la caractéristique doit être simultanément augmentée dans de telles proportions que la résistance intérieure de la lampe ne dépasse pas les limites déjà indiquées, en ne perdant pas de vue que la résistance intérieure de la lampe peut être multipliée par l'insertion d'une résistance extérieure dans le circuit de plaque.

Pour les lampes à une grille disponibles actuellement, on peut dire qu'une lampe dont l'inverse du coefficient d'amplification est de 4 à 6% représente, associée avec des résistances d'un mégohm et un condensateur de fuite de grille de 10 millièmes de microfarad, la valeur optimum en ce qui concerne le coefficient d'amplification et la zone de filtrage. Le coefficient d'amplification d'un tel montage à capacité et résistance n'atteint pas toujours, il est vrai, celui de l'amplificateur à transformateurs; mais on a l'avantage d'une grande amplification uniforme à l'intérieur d'une bande de fréquences étendue.

III. COUPLAGE PAR RÉACTION DANS LES AMPLIFICATEURS A RÉSISTANCE.

Afin d'augmenter le coefficient d'amplification relativement faible dans les amplificateurs à capacité-résistance, on a imaginé toute une série de couplages par réaction, dont le plus connu est certainement le montage dit *kallirotron*, de Turner (*Jahrb. drahtl. Telegr.* : vol. 17, p. 52). Ces montages n'ont toutefois trouvé, jusqu'à présent, que peu de faveur dans la technique des amplificateurs, surtout parce qu'ils nécessitaient une batterie de plaque séparée

de la batterie de chauffage, ce qui est désavantageux au point de vue de la technique des amplificateurs. Ce désavantage est évité dans le schéma représenté sur la figure 5. Ce montage est caractérisé en ce qu'une tension d'entrée E s'inverse après la première lampe et reprend le sens de la tension d'entrée après la deuxième lampe. Une deuxième résistance, la résistance R_k de couplage par réaction, est montée en série avec la résistance R_g de fuite de la grille, de sorte que la tension de sortie se répartit sur les deux résistances R_g et R_k .

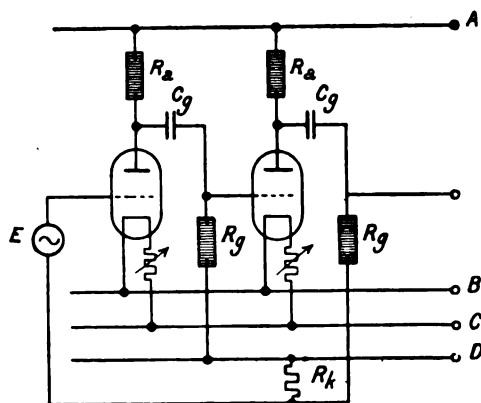


Fig. 5. — Amplificateur CR avec couplage par réaction

La tension partielle aux bornes de R_k réagit sur l'amplificateur et s'ajoute à la tension appliquée E , car ces deux tensions sont dirigées dans le même sens.

Un calcul élémentaire montre que, pour un coefficient d'amplification V_0 par lampe (soit une amplification résultante de V_0^2 pour les deux lampes), l'amplification résultante correspondant à un tel couplage par réaction est :

$$V^2 = \frac{V_0^2}{1 - \frac{R_k}{R_g + R_k} V_0^2} \quad (8)$$

Pour $R_k = 0$, c'est-à-dire sans couplage par réaction, on a $V = V_0$; lorsque la résistance de couplage par réaction augmente, l'amplification croît et devient théoriquement infiniment grande pour une valeur déterminée de R_k . R_g et R_k sont des résistances non-induc-

tives ; l'amplification est donc indépendante de la fréquence dans les limites où V_0 lui-même l'est, c'est-à-dire qu'à l'intérieur de la zone de filtrage la transmission demeure aussi exempte de distorsion avec le couplage par réaction.

La figure 6 représente, en fonction de la résistance de couplage par réaction R_k , les coefficients d'amplification mesurée sur un groupe de deux lampes du type allemand RE 86, montées en cas-

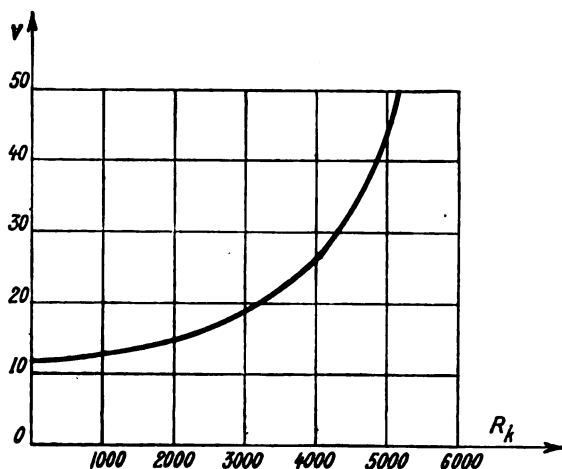


Fig. 6. — Amplification dans le cas de couplage par réaction.

cade. On voit que le coefficient d'amplification d'une lampe (de valeur normale $V = 12$) augmente avec la résistance de couplage par réaction ; à titre d'exemple, il atteint, pour $R_k = 5.000$ ohms, la valeur $V = 48$. Ceci correspond à une valeur quadruplée du coefficient d'amplification, ce qui, *a priori*, semble peu possible ; mais on doit penser que le coefficient d'amplification d'un bon amplificateur à transformateur atteint $V = 20$ à 30 environ (valeur inférieure à celle qui correspond à un amplificateur à réaction par résistance).

Comme le système réalisant cette réaction consiste en deux lampes, l'amplification résultante est augmentée en tout, pour une résistance de couplage par réaction $R_k = 5.000$ ohms, dans le rapport de 1 à 16, c'est-à-dire que le coefficient d'amplification de l'ensemble des deux lampes en cascade augmente de $V = 144$ à $V =$

$144 \times 16 = 2304$. Ceci correspond, en unités logarithmiques, à un accroissement d'amplification de $s = \log_e 16 = 2,8$. On peut donc augmenter encore l'amplification par mise au point soigneuse du couplage par réaction. En même temps, le couplage par réaction offre un moyen très simple de régler, dans de larges limites, le coefficient d'amplification d'un amplificateur à capacité-résistance.

La grandeur de la résistance R_k de couplage par réaction est déterminée par le coefficient normal d'amplification V_0 et la résistance R_g de fuite de la grille ; on tire de l'équation (8) la valeur maximum :

$$R_k = \frac{R_g}{V_0^2 - 1} . \quad (9)$$

Pour un amplificateur à couplage par réaction, il est donc avantageux d'employer des résistances R_g de fuite de grille qui ne soient

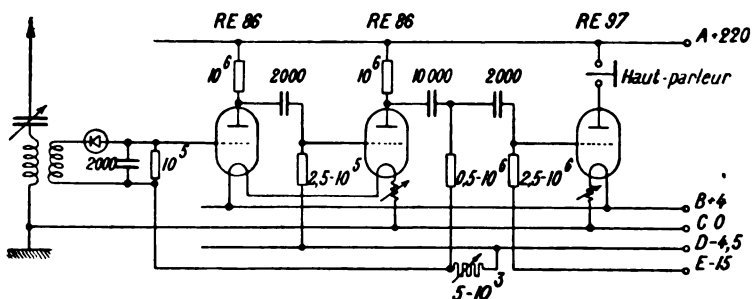


Fig. 7. — Amplificateur à couplage par réaction, associé à un détecteur.

pas trop grandes. En pratique, on établit la résistance de couplage par réaction au moyen de deux résistances isolées, dont l'une est graduée, par exemple, de 1000 en 1000 ohms et l'autre de 100 en 100 ohms. On peut toutefois employer également une résistance fixe unique que l'on a calculée d'après l'équation (9), et l'on régularise alors en modifiant le chauffage des deux lampes amplificatrices.

La figure 7 montre finalement un amplificateur à couplage par réaction, associé à un détecteur et à une lampe extrême. Lorsqu'on emploie un audion comme détecteur, il est pratique de coupler l'amplificateur à l'audion par l'intermédiaire d'un transformateur. Afin d'éviter des distorsions, le transformateur doit présenter un

petit rapport de transformation, soit $1 : 1$ ou $1 : 2$; en pratique, on le charge, du côté secondaire, par une résistance ayant approximativement la valeur de la résistance intérieure de la lampe audion. Le coefficient d'amplification d'un schéma tel que celui que représente la figure 7 atteint, depuis l'entrée de l'amplificateur jusqu'à la grille de la lampe extrême, environ $V = 2000$. Comme 15 volts environ sont nécessaires pour saturer la dernière lampe, la tension d'entrée ne doit pas dépasser $7^mV,5$. Le choix de l'amplificateur s'est donc fait suivant la tension d'entrée disponible. On obtiendra, en général, une bonne réception des ondes émises par l'émetteur local, où l'on dispose de tensions d'entrée relativement grandes sans couplage par réaction. Lorsque l'émetteur est très éloigné, le couplage par réaction offre toutefois un moyen simple de multiplier le coefficient d'amplification.

LOCALISATION DES DÉFAUTS

dans l'enveloppe isolante des conducteurs sous caoutchouc.

Une installation d'essais, permettant la localisation rapide des défauts dans l'enveloppe isolante des conducteurs sous caoutchouc employés dans les installations d'énergie électrique à haute tension, était visible en fonctionnement à l'exposition des matières premières de Berlin (octobre-novembre 1927).

La bobine de câble se déroule à travers une première machine d'essai ; dont le principe est le suivant. Le conducteur, dont l'âme est mise à la terre, traverse une boîte métallique renfermant des billes, également métalliques, pressées par des ressorts sur l'enveloppe isolante du câble ; la boîte est portée, par le moyen d'un transformateur, à une tension d'essai alternative, de fréquence industrielle (tension de service, convenablement majorée). A l'endroit où l'enveloppe isolante du câble présente un défaut, un arc jaillit entre l'âme et l'une des billes de la boîte : comme cet arc n'est pas visible et que le câble se déroule à une vitesse trop grande pour qu'on puisse repérer l'emplacement du défaut, on se sert du déséquilibre électrique causé par l'amorçage de l'arc pour commander automatiquement, par un circuit local, le mouvement d'un tampon encreur, qui vient apposer sur le câble, au voisinage du défaut, une marque visible.

La localisation précise se fait en déroulant de nouveau la bobine, dans une autre machine dont le principe est différent. Le conducteur, dont l'âme est mise à la terre, traverse une hélice conductrice, portée à une tension de quelques milliers de volts, de fréquence élevée. Lorsqu'un défaut, repéré par la tache d'encre apposée par la première machine, est sur le point de traverser l'hélice de la seconde machine, l'ouvrier qui conduit cette dernière ralentit la vitesse de déroulement : dès que le défaut, accusé par le premier essai, pénètre à l'intérieur de l'hélice conductrice, un arc

s'amorce avec l'âme du câble et les spires de l'hélice ; l'ouvrier peut repérer avec précision la position du défaut ; il arrête la machine et répare le câble en mettant l'âme à nu et en reconstituant la protection isolante par des procédés appropriés.

La première machine est la véritable machine d'essai : elle éprouve tous les points de la protection isolante du câble dans des conditions correspondant aux conditions d'emploi ; pour assurer l'exploration complète de la surface de l'isolant, les billes enfermées dans la boîte sont disposées suivant plusieurs circonférences ou plusieurs hélices parallèles.

La seconde machine sert seulement à repérer exactement un défaut révélé, accentué et localisé approximativement par la première machine. La vitesse de déroulement du conducteur est beaucoup moindre sur la seconde machine que sur la première ; dans une installation normale, une seule machine du premier type alimente, par exemple, quatre machines du second type. Comme la machine du second type est manœuvrée et surveillée par un ouvrier qui doit observer le câble de très près, on a utilisé une tension alternative de haute fréquence, dont l'emploi, sous quelques milliers de volts, offre peu de danger.

La méthode est applicable à la plupart des conducteurs dont l'enveloppe isolante n'est pas imprégnée (les câbles imprégnés laissent à la surface des billes un enduit qui nuit au fonctionnement de la machine d'essai). La méthode présente, sur les essais de tension de câble immergé, certains avantages : elle est plus rapide ; elle permet de localiser avec précision et séparément chacun des défauts ; elle évite l'immersion, suivie en général d'un séchage qui compromet la vie ultérieure du câble. Pour ces différentes raisons, la méthode est susceptible de rendre de réels services aux constructeurs de câbles. La boîte à billes de la première machine présente par ailleurs, sur le bain de mercure préconisé quelquefois (et employé avec succès, mais dans un tout autre but, pour les essais de conducteurs émaillés de très petits diamètres), l'avantage d'être économique et sans danger pour les opérateurs.

R. BIGORNE,

ingénieur des Postes et Télégraphes

Contribution à l'étude de la question de
LA CORROSION INTERCRISTALLINE
constatée sur les câbles téléphoniques sous plomb, ⁽¹⁾
par OTTO HAEHNEL.

En 1925, la revue « Elektrische Nachrichten-Technik » a publié, sous le titre de *Eine neue Art von Bleikabelcorrosion* (Nouveaux effets de corrosion constatés sur les enveloppes de plomb des câbles : corrosion intercrystalline) ⁽²⁾, un article dans lequel on appelait l'attention sur le fait que les enveloppes des câbles sous plomb fini saient par s'endommager lorsqu'elles étaient exposées pendant un temps assez long à de violentes secousses. On a proposé le nom de « corrosion intercrystalline » pour qualifier les détériorations de cette espèce. En se basant sur un petit nombre de cas très nets (douze cas différents) constatés soit aux États-Unis d'Amérique, soit en Allemagne (pour la période comprise entre 1908 et le début de 1925), l'auteur signalait à l'époque que la corrosion intercrystalline des enveloppes de plomb était un phénomène présentant une importance générale et qu'on l'avait remarqué seulement depuis que les câbles mis en service avaient augmenté en nombre et depuis que ceux qui étaient déjà en service prenaient de l'âge. Or, depuis lors, l'administration des télégraphes d'Allemagne a constaté neuf cas nouveaux de corrosion. On peut donc maintenant insister sur les craintes exprimées naguère, et cela d'autant plus que ces cas nouveaux ont été constatés sur des câbles posés conformément aux règlements en vigueur. On voit donc qu'il est nécessaire de prendre sans tarder des mesures énergiques pour éviter des dommages économiques encore plus importants.

Dans son premier article, l'auteur déclarait que, seules, les enve-

1. Publication du Telegraphen-Technisches-Reichsamts (1926).

2. E.N.T., 1925, p. 74.

loppes de plomb pur souffraient des effets de la corrosion intercrystalline ; que les enveloppes en alliage de plomb et d'étain ou de plomb et d'antimoine n'en souffraient guère ou pas du tout ; que les constructeurs de câbles peuvent empêcher la corrosion intercrystalline de se produire, ou du moins en réduire les effets, en ajoutant au plomb des enveloppes 3 % d'étain ou 1 % d'antimoine. Ces déclarations sont encore valables ; mais il faut aller encore plus loin, à la suite de l'expérience nouvellement acquise. En effet, on a constaté que les enveloppes en alliage de plomb et d'étain souffraient également des secousses lorsque celles-ci étaient particulièrement violentes et continuelles. Nous allons voir que ces conditions peuvent se trouver remplies de plusieurs manières.

A Leipzig, sous la place des Ecoles, passe un câble téléphonique armé, à 224 paires, posé dans une conduite de fer qui traverse la voie des tramways à une faible profondeur ; ce câble a été posé en 1900 ; or, en août 1925, l'enveloppe accusait des traces de corrosion, malgré qu'elle fût constituée par un alliage plomb-étain (3 % d'étain) et qu'elle eût une épaisseur de 3^{mm},3. La corrosion s'était produite dans une chambre construite au voisinage immédiat de la voie des tramways. L'armure en fer du câble ne portait aucune trace apparente de détérioration.

Des conditions exceptionnelles de ce genre peuvent se rencontrer sur les grands ponts. Nous avons dit antérieurement que, sur les ponts et surtout sur les ponts de chemins de fer, les enveloppes de plomb sont particulièrement exposées, du fait des ébranlements fréquents. Il se produit de très fortes secousses (auxquelles les enveloppes, même en alliage plomb-étain, ne peuvent résister), là où le pont repose sur ses fondations, c'est-à-dire sur des appuis qui ne sont pas rigoureusement immobiles. A Brême, sur le pont Dreyer, passe un câble télégraphique sous papier avec armure en fer et dont l'enveloppe de plomb-étain (3 % d'étain) a une épaisseur de 3^{mm},3 ; ce câble a été posé en 1913. En novembre 1924, c'est-à-dire au bout de 11 ans, il a fallu procéder à son remplacement parce qu'il s'était crévassé en plusieurs points, là où, quittant la rive sud du Weser, il passe du ballast de la voie ferrée sur le tablier du pont qui franchit le fleuve, c'est-à-dire à hauteur des supports mobiles du pont. Là,

le câble est aérien sur une longueur de 1^m,30, tant dans l'emprise de la voie que sur le pont ; il est enfermé dans un tube de fonte. Sur le pont même, la canalisation est posée au dessous des appuis, c'est-à-dire que la section considérée du câble était exposée à des vibrations particulièrement violentes. On pourrait objecter que, dans le cas envisagé, le câble était en outre soumis à des efforts de traction (lesquels accentuent les effets de corrosion intercrystalline) ; à cela, nous répondrons que les tubes situés de part et d'autre de la portion aérienne du câble ne sont pas juste dans le prolongement l'un de l'autre, et que cette portion du câble n'est pas rectiligne mais en forme d'S (ouverture de l'arc : 75^{cm}) ; ce seul fait suffit à compenser l'effet imputable aux forces de traction qui pourraient agir sur le câble.

Les conditions dans lesquelles se trouve placé le câble télégraphique qui traverse le pont de chemin de fer passant au dessus du canal circulaire près de Magdebourg sont identiques à celles que nous venons de voir dans le cas précédent. Ici, encore, le câble était endommagé en regard des appuis du pont, malgré que l'enveloppe fût en plomb allié à 3 % d'étain ; le pont, reposant sur 30 piles, est donc souvent sectionné ; il n'est donc pas surprenant que le câble ait été plus gravement endommagé que celui du pont Dreyer à Brême. Quoiqu'il en soit, il importe de remarquer que, cette fois encore, l'enveloppe avait souffert au voisinage immédiat des pièces mobiles du pont.

Les cas que nous venons de citer montrent qu'en cas de forts ébranlements non seulement les enveloppes de plomb pur, mais, avec le temps, les enveloppes renfermant 3 % d'étain, peuvent être détériorées.

L'aspect extérieur que présentent les deux catégories de plomb après corrosion est bien différent, et c'est là qu'on voit comment l'une et l'autre réagissent contre la détérioration. Dans le cas du plomb chimiquement pur, il se produit un grand nombre de fêlures, disposées plus ou moins en forme de réseau ; dans le cas des enveloppes en alliage de plomb et d'étain, les crevasses sont moins nombreuses, mais plus longues et plus larges, et pour la plupart orientées dans un sens déterminé (sens transversal par rapport à l'axe du câble).

En raison des données recueillies récemment, il se pose la question de savoir si, en ajoutant de l'étain au plomb des enveloppes, on augmente réellement la force de résistance à la corrosion inter-cristalline. Il semble bien qu'il en soit réellement ainsi lorsqu'on compare les résultats de la corrosion sur le câble posé sous la place des Ecoles à Leipzig et ceux qu'on a constatés sur d'autres câbles dont nous allons parler. Dans tous les cas, les conditions dans lesquelles les dégâts se sont produits sont les mêmes, mais la constitution des enveloppes diffère. Alors que le câble de Leipzig (dont l'enveloppe de plomb renfermait 3 % d'étain) a pu rester 30 ans environ en service, les effets produits dans le cas suivant ont, après 6 mois, causé des troubles d'exploitation. Il s'agit, cette fois, d'une enveloppe de plomb chimiquement pur. Le câble téléphonique à 50 paires qui relie entre elles les localités de Doebeln et Masten a été posé en septembre 1924. Au voisinage de la portion endommagée, il traverse la voie ferrée qui va de Leipzig à Dresde, et, pendant toute la traversée de l'emprise de la voie, il est enfermé dans un tuyau de fonte. Entre l'emprise de la voie et le point endommagé, il est posé directement sous les bordures de pierre du trottoir, ou bien sous la chaussée dans une canalisation en pierres plates. Le point endommagé se trouve à 40 mètres de l'emprise de la voie ferrée, de sorte qu'on ne peut guère attribuer les dégâts qu'aux ébranlements dus au trafic ferroviaire. Cependant il est possible d'incriminer aussi le trafic routier, qui, en ce point, est particulièrement intense, la route étant sillonnée par de nombreux camions automobiles. Signalons que les dégâts se sont produits là où le câble quitte la conduite de fonte pour continuer sa route sous forme de câble posé à même le sol.

Si l'on compare le cas du câble de Leipzig et celui du câble de Doebeln, on voit une fois de plus que la présence d'étain dans le plomb des enveloppes augmente considérablement la résistance opposée par celles-ci aux effets de corrosion, mais ne permet pas, *a priori*, de calculer l'ordre de grandeur de cette résistance. Un nouveau cas typique de corrosion a heureusement permis de recueillir sur cette question des données absolument satisfaisantes et positives.

Sur le pont de bois situé entre Herzfeld et Hovestadt, en Westphalie, et utilisé en cas d'inondation, passent deux câbles télépho-

niques, l'un à 50 paires (diamètre extérieur : 28^{mm}) et l'autre à 75 paires (diamètre extérieur : 32^{mm}). Ces câbles sont sous plomb (épaisseur de l'enveloppe : 2 centimètres) et sont suspendus au dessous du pont au moyen de crochets de fer espacés d'un mètre environ. Le premier câble, dont l'enveloppe renferme 3 % d'étain, a été posé en 1911 ; le second, dont l'enveloppe est en plomb chimiquement pur, a été posé en 1923 seulement. En juillet 1925, on constata des traces de corrosion intercrystalline sur les deux câbles. Quoique tous deux fussent exposés aux mêmes ébranlements, c'est après deux ans que l'enveloppe de plomb pur fut reconnue endommagée, tandis que l'enveloppe renfermant 3 % d'étain avait résisté pendant 15 ans. D'autre part, sur celle-ci, les effets de la corrosion étaient beaucoup moins prononcés que sur celle-là.

Ceci prouve donc qu'une enveloppe de plomb renfermant 3 % d'étain a une longévité de 7 à 10 fois plus grande que celle d'une enveloppe de plomb pur, lorsque les câbles sont exposés à des ébranlements du genre de ceux qui se produisent sur les ponts de chemins de fer.

Connaissant le rôle protecteur de l'étain allié au plomb dans la proportion de 3 %, on peut se poser l'importante question suivante : « Une plus faible proportion d'étain donnerait-elle des résultats aussi satisfaisants ? » Il est intéressant de tirer cette question au clair pour des raisons d'ordre économique. A ce point de vue, le cas de corrosion dont nous allons parler conduit à des conclusions importantes.

Sur le pont, long de 430 mètres, qui franchit le Rhin à Mayence et conduit à Gustavburg (rive droite du fleuve), passent : un câble téléphonique armé à 114 paires ; un second câble téléphonique armé à 20 paires, et un câble télégraphique à 50 conducteurs. Les trois câbles sont enfermés dans une canalisation de bois qui est fixée aux traverses de la voie à 90 centimètres seulement des rails. En 1915, on a constaté pour la première fois, sur le câble à 114 paires, des troubles d'exploitation provenant de la détérioration du plomb de l'enveloppe ; celle-ci a une épaisseur de 2^{mm},3 ; le diamètre extérieur du câble est de 5 centimètres. Depuis l'année 1915, on a constaté, d'année en année, des crevasses de plus en plus nombreuses. Il a fallu

procéder à vingt remises en état de l'enveloppe, et, pour cela, remplacer parfois des tronçons de câble dont la longueur atteignait jusqu'à 27 mètres. Le pont est divisé en quatre parties; il repose sur trois piles bâties dans le lit du fleuve et sur deux piles-butées. On pourrait supposer, de ce fait, que les détériorations de l'enveloppe auraient dû se produire au voisinage des cinq appuis. Or l'examen des détériorations et les fréquents remplacements de certaines sections du câble ne permettent pas de reconnaître semblable régularité. Cependant, on a constaté d'une façon indubitable que l'enveloppe de plomb se détériorait surtout au voisinage des éclisses (joints de rails).

Le câble télégraphique à 50 conducteurs, dont l'enveloppe a une épaisseur de 2^{mm},3, et le câble téléphonique à 20 paires, tous deux posés en 1911, n'ont pas souffert de corrosion intercrystalline depuis leur mise en service. L'enveloppe du câble à 114 paires renferme une proportion d'étain qui, en moyenne, est de 1 % seulement; au contraire, la proportion d'étain est plus élevée dans celle des deux autres câbles : 1,8 % pour le câble télégraphique et 3 % pour le câble téléphonique à 50 paires. En admettant qu'on puisse, malgré la grande différence entre les diamètres des trois câbles, établir une comparaison directe en se basant sur les dégâts subis par le câble à 114 paires et ceux que pourraient subir prochainement les deux autres plus petits, on arrive à la conclusion qu'une proportion de 1 % d'étain est moins efficace qu'une proportion de 1,8 ou 3 %. Cette conclusion est d'autant plus fondée que, d'après les résultats de l'analyse à laquelle a été soumis le plomb provenant des diverses portions endommagées du câble, les crevasses étaient le plus nombreuses précisément aux points où la teneur en étain était le plus faible. Dans deux portions, elle n'était que de 0,66 et 0,72 % respectivement, alors que la teneur en étain moyenne, pour l'ensemble de l'enveloppe, était de 0,94 %. Donc une proportion d'étain de 1 % est beaucoup moins efficace qu'une proportion de 1,8 ou 3 %. Il serait très intéressant d'être fixé sur la valeur quantitative de la protection qu'on peut attendre d'un alliage à 1 % d'étain. Aujourd'hui, la chose est possible dans une certaine mesure en se basant sur les observations faites sur le câble du pont de chemin de fer de Mayence.

En 1919, entre les deuxième et troisième piles baignées par le fleuve, on a remplacé un tronçon détérioré de 18 mètres de long par un tronçon à 150 paires. Quatre ans plus tard, il a fallu remplacer celui-ci parce qu'il était complètement hors d'usage ; il était crevassé en de nombreux points ; l'enveloppe était en plomb chimiquement pur. Ici encore, malgré la prudence qui s'impose, du fait que le diamètre des câbles comparés est différent, on est fondé à dire que la durée en service d'une enveloppe renfermant 1 % d'étain est dans le rapport de 11/4 avec celle d'une enveloppe de plomb pur ; en d'autres termes, une proportion de 1 % d'étain augmente la résistance du plomb à la corrosion inter cristalline dans la proportion de 1 à 2 ou 3.

D'après les données ci-dessus, la résistance opposée à la corrosion inter cristalline par les enveloppes exposées aux vibrations du genre de celles qui se produisent sur les ponts métalliques, croît sensiblement en raison directe de la teneur en étain. Pour se procurer des renseignements plus précis, il faudra évidemment procéder à des expériences de laboratoire.

Nous avons, dans ce qui précède, insisté à différentes reprises sur le fait que, pour les câbles sous plomb posés sur les ponts, le danger de détérioration est particulièrement prononcé au voisinage des points d'appui. On peut diminuer les risques de dommage en enfermant le câble dans une conduite de fonte dont les différents éléments seront réunis, de manière que les raccords ne tombent pas juste en face des points d'appui du tablier du pont. A la vérité, on ne peut empêcher l'ensemble conduite-câble d'être secoué ; mais, avec ce système, on évitera que des efforts de traction dommageables au câble ne s'ajoutent aux trépidations.

D'après la communication faite en 1925 par l'auteur, on pourrait croire que les risques de corrosion inter cristalline sont moins grands pour les câbles aériens que pour les câbles qui sont posés dans des canalisations sur des ponts, sous la chaussée ou en d'autres lieux exposés aux ébranlements. Il n'y était alors question que d'un seul cas de détérioration d'un câble aérien ; la suspension de ce câble était défectueuse et les dégâts ne s'étaient produits qu'aux points où le câble touchait les appuis. Mais depuis, on a signalé quatre cas

de corrosion intercrystalline sur des câbles posés réglementairement, de sorte qu'il n'est plus permis de dire que le danger est moindre pour les câbles aériens, surtout si l'enveloppe est en plomb du commerce. La résistance des enveloppes des câbles aériens, en plomb pur, semble en général être très faible, même lorsqu'on la compare à celle des enveloppes des câbles sous conduite en plomb chimiquement pur. Pour l'ensemble des cas de corrosion intercrystalline observés en Allemagne sur des câbles aériens, lesdits câbles ont résisté pendant 2 ans 1/2 au maximum, alors que, parmi les câbles des autres catégories, deux seulement ont résisté moins de 2 ans 1/2.

L'expérience démontre que, dans le cas de câbles aériens, l'importance du danger de corrosion intercrystalline dépend pour beaucoup de l'intensité du trafic routier au voisinage des lignes. A Essen-Rüttenschied, un câble aérien à 20 paires (diamètre extérieur : 2 centimètres environ), posé réglementairement, était hors d'usage peu de mois après sa mise en service ; l'enveloppe était en plomb du commerce et avait une épaisseur de 2 millimètres.

Le câble aérien à 20 paires sous plomb qui relie Minden à Hartum (8 kilomètres environ) a dû être remplacé en septembre 1925, un an exactement après avoir été posé ; l'enveloppe, en plomb du commerce, avait une épaisseur de 2 millimètres ; la partie endommagée de l'enveloppe se trouvait au milieu de la portée, entre deux bagues de suspension situées toutes les deux à environ 30 mètres des appuis voisins.

De même, en janvier 1926, il a fallu remplacer un câble à 50 paires, long de 4200 mètres, qui va de Hainischen à Kalkofen via Ottendorf, deux ans 1/2 après sa mise en service. Des crevasses avaient été constatées sur l'enveloppe en quatre endroits différents situés à une certaine distance des poteaux voisins. Ce câble, dont l'enveloppe avait une épaisseur de 2 millimètres, était supporté par des poteaux plantés dans le sol ; son diamètre total était de 28^{mm}. Le câble porteur était fixé aux traverses basses, et le câble téléphonique était suspendu de telle sorte qu'il n'était en contact qu'avec les bagues de suspension. Il est possible que le câble porteur ait été pour quelque chose dans la détérioration du câble téléphonique, car, étant fortement tendu, il communiquait à ce dernier ses

moindres oscillations. L'enveloppe de ce câble était en plomb chimiquement pur.

Citons encore le cas d'un câble à 20 paires posé à Essen, qu'il a fallu remplacer également un an après sa mise en service ; ce câble avait un diamètre de 18^{mm}, et son enveloppe une épaisseur de 1^{mm},9 ; une partie était posée contre un mur, que le câble traversait à une faible distance au dessus du sol ; cette partie du câble avait une longueur de 4 mètres environ et était fixée au mur par trois demi-colliers, distants l'un de l'autre de 1^m,34. Entre les deux demi-colliers supérieurs, l'enveloppe se fendilla, et elle présentait sur sa face interne les traces caractéristiques de la corrosion intercrystalline, même en regard des demi-colliers. Le mur, peu épais, sert de clôture à un garage où, jour et nuit, règne un trafic de voitures automobiles très intense, qui est cause que le mur est souvent ébranlé. On pourrait objecter que la détérioration du câble est plutôt due aux oscillations de la partie du câble téléphonique qui est suspendue au câble porteur, qu'aux ébranlements du mur du garage. Ces ébranlements se seraient communiqués à la portion fixée contre le mur, de telle façon qu'il se serait formé des nœuds de vibration en regard des demi-colliers, et des ventres à mi-chemin entre les demi-colliers. Dans ce cas, on devrait surtout incriminer les efforts de traction. Mais alors, on peut répliquer que la corrosion intercrystalline s'est également manifestée aux points où les demi-colliers soutiennent le câble, c'est-à-dire aux nœuds de vibration.

Les cas de corrosion intercrystalline décrits ci-dessus suffisent amplement à démontrer que le plomb chimiquement pur est impropre à la fabrication des enveloppes de câbles aériens, et qu'on doit rechercher un métal plus convenable. Ayant fait des constatations analogues à celles qui ont été décrites plus haut, l'office britannique a prescrit depuis 1922 que les enveloppes des câbles aériens devraient renfermer 1 % d'antimoine (pour plus de détails, voy. W. J. Medlyn : *Journal Inst. of Electr. Engin.* : 1922, p. 362). Pour la même raison, on utilise fréquemment, en Angleterre, un alliage de plomb renfermant 3 % d'étain. Jusqu'ici, on ne possède en Allemagne aucune expérience en ce qui concerne les avantages que présente l'alliage plomb-antimoine utilisé dans la fabrication des enve-

lottes de câbles aériens. L'expérience ayant démontré qu'un alliage renfermant 3 % d'étain assurait une protection satisfaisante pour les câbles souterrains avec ou sans conduite, il serait bon d'en prescrire de nouveau l'emploi (Pour des raisons d'ordre économique, les enveloppes des câbles posés en Allemagne pendant et après la guerre ne renfermaient pas d'étain). Cette manière de procéder présenterait un réel avantage, du fait qu'on pourrait recourir à un même alliage pour fabriquer les enveloppes des câbles aériens aussi bien que celles des câbles souterrains de toute catégorie. Mais les travaux d'Achatz et d'Anderegg (1) ont prouvé que, pour les câbles souterrains, l'alliage plomb-antimoine est plus facilement attaqué par certaines substances qui se rencontrent dans le sol (chaux, humus, etc...) que le plomb pur ou l'alliage plomb-étain. Ce dernier, à son tour, résiste mieux que le plomb pur aux substances chimiques et organiques présentes dans la terre. Au point de vue économique, il serait intéressant de s'assurer si un alliage renfermant 1 % d'étain ne pourrait être choisi plutôt qu'un alliage renfermant 3 % d'étain. Il n'est pas possible de répondre d'une façon précise à cette question sans avoir effectué de nouvelles recherches. Toutefois, d'après les considérations précédentes, l'emploi d'un alliage renfermant 3 % d'étain serait plus économique que l'emploi d'un alliage renfermant seulement 1 % d'étain.

Résumé. — 1° On a constaté qu'à la suite d'ébranlements violents et répétés il se produit de la corrosion intercrystalline non seulement dans les enveloppes de plomb pur des câbles, mais encore (à un degré moindre, il est vrai) dans les enveloppes en alliage plomb-étain.

2° Lorsque les câbles sont soumis à des secousses fréquentes (comme c'est le cas sur les ponts de chemins de fer), les enveloppes renfermant 3 % d'étain ont une longévité de 7 à 10 fois plus grande que celle des enveloppes en plomb chimiquement pur.

3° Dans le cas d'ébranlements de ce genre, une enveloppe renfermant 1 % d'étain résiste à la corrosion intercrystalline deux ou

1. *Bulletin de l'université de Purdue* (Indiana), 1924.

trois fois mieux qu'une enveloppe de plomb pur. Si l'on augmente la teneur en étain (jusqu'à 3 %), la résistance des enveloppes à la corrosion inter cristalline s'accroît progressivement et, vraisemblablement, suivant une fonction linéaire.

4° D'une manière générale, les câbles aériens sont plus exposés à la corrosion inter cristalline que les câbles souterrains, posés ou non dans des conduites. Il semble donc que le plomb chimiquement pur soit impropre à la fabrication des enveloppes pour câbles aériens.

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Fonctionnement de la télégraphie et de la téléphonie sans fil au port aérien du Bourget (*La Technique aéronautique*,

15 novembre 1927). — Le port aérien du Bourget-Dugny dispose de trois postes, du type S.I.F., d'une puissance d'un kilowatt d'alimentation, et de 500 watts en antenne. Normalement, ces postes sont alimentés par le courant du secteur; mais, en cas de panne de celui-ci, un groupe électrogène de secours peut y suppléer.

Ces postes émetteurs sont commandés automatiquement par les opérateurs préposés aux postes de réception, qui sont répartis en différents points du port, comme nous le verrons ultérieurement. Deux des émetteurs sont réservés à la télégraphie sans fil, et le troisième à la téléphonie, pour permettre d'établir la liaison terre-avion.

Télégraphie sans fil. — 1° Poste « Trafic ». — Ce poste a pour but d'assurer la liaison entre le port aérien et les différents aérodromes qui sont en relation avec lui : Marseille, Lyon, Dijon, Strasbourg, Londres, Bruxelles, Amsterdam.. etc. La puissance de ce poste est telle, qu'il est parfaitement entendu de la station d'Oran (service de la navigation aérienne).

Les récepteurs sont installés à proximité immédiate des services auxquels ils sont affectés, c'est-à-dire : le poste de trafic dans le bâtiment de la direction du port, et le poste météorologique dans le bâtiment qu'occupe la station météorologique.

Le collecteur d'ondes comporte, à la volonté de l'opérateur, soit une petite antenne, soit un cadre goniométrique orientable.

L'émission ne pouvant, par contre, se faire à l'aide d'un simple cadre, et nécessitant une antenne assez élevée (30 mètres) qui constituerait un obstacle dangereux si elle était placée au voisinage de la piste, cette antenne a été installée dans la partie est du terrain, à 1 kilomètre de distance, en un endroit où elle ne gêne nullement les

navigateurs aériens puisqu'il existe, à proximité, des arbres plus élevés qu'elle.

L'opérateur devant évidemment se tenir au poste de réception, et le service de la navigation aérienne ne disposant que d'un effectif très réduit, c'est le même opérateur qui assure la réception et l'émission des messages. Ce résultat, avantageux sous tous les rapports, a été obtenu par l'usage d'appareils spéciaux assurant automatiquement à distance la commande des émetteurs. L'opérateur au poste d'écoute a, à portée de la main, un bouton électrique et un manipulateur. Le bouton sert à provoquer la mise en marche des machines et l'allumage des lampes oscillatrices, tandis que le manipulateur lui permet de transmettre les messages, sa manipulation étant reproduite à l'émetteur par l'intermédiaire d'un simple relais.

Téléphonie sans fil. — L'écoute de la téléphonie sans fil demandant à être moins troublée que toute autre, le poste récepteur a été installé à 3 kilomètres de l'aérodrome, en un lieu distant de toute habitation et de toute source de perturbations : ligne de force, de lumière, usine, etc... Le port aérien reste d'ailleurs en communication permanente avec lui par l'intermédiaire de plusieurs lignes téléphoniques et câbles de commande. Son but est d'assurer la liaison entre les avions en vol et le sol.

Ce poste, qui est parfaitement au point, communique très régulièrement et très fréquemment avec les avions de la ligne Paris—Londres, Paris—Strasbourg. Paris—Cologne, Paris—Bruxelles, qui possèdent tous actuellement la radiotéléphonie à bord. A titre d'indication, qu'il suffise de dire que très souvent des conversations sont échangées dans des conditions parfaites entre le Bourget et des avions Goliath se trouvant au dessus de l'aérodrome de Croydon (Londres).

Des postes semblables à celui du Bourget ayant été répartis par les soins du service de la navigation aérienne sur la ligne Paris—Londres, prise à titre d'exemple à Abbeville et St-Inglevert (Calais), et d'autre part l'aérodrome de Croydon disposant lui aussi d'un excellent poste, on voit que l'avion reste toujours, même dans les conditions les plus défavorables, en liaison avec la terre. Grâce à cette liaison, les pilotes peuvent non seulement signaler leur position ainsi que ce qui se passe à leur bord, mais encore obtenir de précieux renseigne-

ments sur les conditions météorologiques qu'ils rencontreront sur leur parcours.

Le poste radiotéléphonique est de plus doté d'un cadre goniométrique, qui permet de donner des relèvements précis à tous les avions qui lui en font la demande. Désormais, le pilote perdu dans la brume peut connaître en moins de quelques minutes sa position, à quelques kilomètres près, et continuer sa route, guidé d'une façon très suffisante par le poste goniométrique de l'aérodrome sur lequel il se dirige.

A titre d'information, voici les longueurs d'onde utilisées par les postes du Bourget : Poste Trafic A. 1.400 mètres ; Poste météo-radio A. 1.680 et 2.000 mètres ; Poste radiotéléphonique A. 900 mètres.

Les postes trafic de radiophonie ne transmettent pas à heures fixes. Au contraire, le poste météo-radio émet régulièrement aux heures plus 15 et plus 28 (de 3^h TMG à 18^h TMG), et parfois aux heures plus 50, mais de façon irrégulière.

La formule ferroviaire des transports extra-légers et ultra-rapides à grand rendement (L. HIRSCHAUER et

A. TALON, *C.R. Acad. des sciences*, 3 janvier 1928). — L'équation d'équilibre à la vitesse V (km-h) d'un locomoteur ferroviaire de poids P (kg), de puissance W (CV) et de surface aérodynamique S (m²), — si l'on met en évidence sous la forme $\frac{P}{W} = m$ et $\frac{P}{S} = \mu$ les coefficients caractéristiques de la puissance massique et de la résistance à l'avancement aux très grandes vitesses, — conduit à l'expression approchée de la vitesse limite : $V = 39 \sqrt[3]{\frac{\mu}{m}}$.

A titre comparatif, cette vitesse limite serait de l'ordre de 195 km-h pour un locomoteur électrique de 100^t/2000 CV ($m = 50$; $\mu = 6000$) ; 430 km-h pour un automoteur profilé en forme de torpille de 125^{kg}/7 CV ($m = 18$, $\mu = 25000$), et de 525 km-h pour un automoteur analogue mais de puissance massique $m = 5$.

Ceci démontre la possibilité, tout au moins théorique, de réaliser, au moyen d'un bolide roulant sur voie de fer guidée, des vitesses maxima d'un ordre supérieur à celui des vitesses records de l'automobile et même de l'aéromobile à sustentation indépendante.

L'adaptation de la voie ferrée à des circulations extra-légères moyennant l'adjonction de dispositifs appropriés de guidage et de retenue et, le cas échéant, d'adhérence supplémentaire, ne manquerait donc pas d'accroître, dans de notables proportions, les données maxima de vitesse et de rendement de ce système de transport, jusqu'ici considéré comme le prototype des transports lourds.

Plus particulièrement, en ce qui concerne les très grandes vitesses, une superstructure suspendue réduite aux câbles principaux, aux suspentes et à une unique poutre de rigidité dont les membrures serviraient de rails de roulement, permettrait d'établir économiquement et rapidement des voies aériennes à gabarit transversal très réduit, affectées à des transports extra-légers (postes, finances, etc...), par obus électrodynamiques ultra-rapides suivant des réalisations qui, dans la pratique de l'industrie automobile et métallurgique, sont de l'ordre des possibilités actuelles.

L'automoteur ultra-rapide, dont la forme extérieure dériverait de celle de la torpille sous-marine (diamètre de 0^m,40 au maître couple, allongement de 5, charge totale maximum : 125^{kg} dont 25^{kg} de fret utile, corps principal à surface extérieure soigneusement polie enveloppant à peu près complètement les organes de roulement), comporterait un double boggie moteur, à propulsion électrique, d'une puissance totale de 8 CV, largement prévue pour permettre d'envisager, en toute circonstance, sur un profil moyennement accidenté (rampes inférieures à 15^{mm} par mètre), une vitesse commerciale de 360 km-h.

Les vitesses de rotation maxima des organes de roulement, de guidage et de prise de courant atteindraient ainsi 6000 à 8000 t/m, valeurs élevées, mais dont la réalisation pratique peut être considérée aujourd'hui comme assurée avec toutes les garanties de sécurité désirables.

La superstructure aérienne comporterait de très longues portées, de l'ordre de 400 à 500 mètres, moins déformables sous une même surcharge isolée que les petites et moyennes travées, avec pylônes métalliques de 30 à 40 mètres de hauteur et poutre de rigidité axiale soutenue et stabilisée par les câbles paraboliques principaux en acier de haute résistance et les suspentes obliques en cordes de piano. Le poids de cette superstructure élémentaire ne dépasserait pas 35^{kg}

par mètre courant avec un coefficient de sécurité supérieur à 10, ce qui abaisserait à environ 100.000 francs par kilomètre le prix d'établissement, aux cours actuels, de la ligne à deux voies superposées de 25 centimètres d'écartement.

Enfin l'application d'un bloc d'alimentation automatique, suivant le principe des blocs de téléphérage, avec régulation asservie des automoteurs, permettrait d'assurer un débit horaire de plus de deux tonnes de charge utile dans chaque sens.

L'étude détaillée des données d'exploitation d'une telle ligne, supposée établie, sur une distance moyenne de 400 kilomètres, entre deux centres industriels et commerciaux de première importance, a permis d'établir qu'avec un service intensif de 4 heures par jour, complété par un service à départs espacés de 5 minutes pendant 7 heures et de 15 minutes pendant 5 heures, le prix de revient de la tonne kilométrique, serait de l'ordre de 2 francs, en supposant utilisée la totalité du fret offert, ce qui correspond à une surtaxe de 0^f,015 par pli de 20 grammes et de 0^f,80 par colis d'un kilogramme, pour la distance considérée.

Toutefois, ces données ne sont valables que dans les conditions de rendement envisagées, qui correspondent à un débit journalier d'environ 12 tonnes dans chaque sens. Si ce débit utile tombait à une tonne, le prix de revient s'élèverait à 22^f,40, soit à un taux comparable à celui de la tonne kilométrique de transport aérien. Sans doute, les avantages considérables de vitesse et de régularité de la voie de fer justifieraient la perception de très fortes surtaxes pour les plis comportant garantie d'un délai très réduit de distribution; mais ces surtaxes, croissant avec la longueur de la ligne, pourraient devenir rapidement prohibitives.

En résumé, la voie ferrée aérienne ultra-rapide, spécialisée aux transports extra-légers, ne saurait concurrencer l'avion sur de très longs parcours. Elle se justifierait, par contre, pleinement dans les pays où existent de très forts courants commerciaux, comme il s'en trouve, notamment, en Europe occidentale, et, plus particulièrement, en France, où elle constituerait, par son rôle intermédiaire entre les liaisons télégraphiques ou téléphoniques, rapides mais succinctes, et les relations postales, beaucoup trop lentes, un instrument de développement économique de tout premier ordre.

Le LXXXIX^e congrès des physiciens et médecins allemands (*Technique moderne*, 15 janvier 1928). — L'Association des physiciens et médecins allemands a tenu son LXXXIX^e congrès à Düsseldorf en septembre 1927, au milieu d'une très grande affluence. En dehors des mémoires particuliers que nous signalons plus loin, des séances communes avec d'autres sociétés savantes permirent de discuter certains sujets, également communs. La théorie des ions et ses développements, l'étude des métaux, l'étude des radiations furent examinées en commun avec la Société allemande de physique et avec la Société allemande de physique technique. La mécanique des quanta fut étudiée dans une séance particulière.

Nous résumerons ici les principaux rapports présentés à ce congrès.

Nouveau relais pour courants très faibles (rapport de MM. Richter et Geffeken). — Ce relais repose sur le principe que la décharge, dans un intervalle gazeux, peut être provoquée à l'aide d'une décharge consommant une énergie beaucoup plus faible. Entre deux électrodes planes, se trouve une électrode d'allumage. La différence de tension entre les deux électrodes planes est V_r . Si, pour une valeur constante de V_r , on fait varier la différence de tension entre l'une des électrodes planes et l'électrode d'allumage, autour de la valeur V_k de réglage, la décharge se produit. Le relais ainsi obtenu est estimé 10^3 fois plus sensible qu'un relais à contact. Il transforme un courant d'allumage de 10^{-8} ou 10^{-10} ampères en un courant de $0^A,05$. Il faut éteindre artificiellement l'appareil après chaque fonctionnement.

Les foyers d'induction sans fer (rapport de M. W. Fischer). — Ce mémoire est l'étude théorique des phénomènes thermoélectriques qui se produisent dans un cylindre métallique entouré par une bobine parcourue par un courant de haute fréquence. L'ensemble se comporte comme un transformateur à air avec secondaire en court-circuit. Ce secondaire est constitué par une couche mince à la surface du cylindre interne, et représente pour le primaire une charge $8\pi^2 n^2 r^2 / \mu P$. Dans cette formule r est le rayon du cylindre traité, n le nombre de spires du primaire par centimètre de hauteur, μ la perméabilité et f la fréquence ; P est une fonction de la variable :

$$q = 2\pi r \sqrt{2f\mu\sigma},$$

où σ est la conductibilité électrique. Pour $q > 8$, on a sensiblement :

$$P = \frac{\sqrt{2}}{q};$$

et pour $q < 1$, on a environ :

$$P = \frac{q^2}{8}.$$

Pour les grandes valeurs de q , la chaleur produite par unité de temps est proportionnelle à l'expression :

$$c = \frac{r}{2\pi} \sqrt{\frac{f\pi}{\sigma}}.$$

Pour de petites valeurs de q , elle est proportionnelle à :

$$c = \pi^2 r^4 f^2 \mu^2 \sigma.$$

L'influence de la fréquence sur la charge se représente par un réseau de courbes $W = \varphi(f, r)$ pour chaque métal. L'auteur a réduit ces réseaux à une seule courbe pour chaque métal, établie pour $r = 2$ centimètres. Les autres courbes s'en déduisent par une translation suivant une loi logarithmique. Pour des valeurs variables de r et f , le maximum de la puissance W se produit pour $\sigma = \frac{0,08}{r^2 f}$. La conductivité

des métaux solides est assez grande pour que l'on travaille dans le voisinage de ce maximum avec $r > 2$ centimètres et $f > 1000$ pér/sec.

On emploie, comme enroulement primaire, un tube de cuivre enroulé en hélice et refroidi par une circulation d'eau intérieure. La disposition du métal à traiter est variable : pour obtenir une grande puissance, il faut accroître la chambre de fusion, mais la durée du four exige un bon isolement thermique et, par suite, un espace mort entre primaire et secondaire.

La fréquence à choisir dépend du rendement, c'est-à-dire surtout des pertes dans le primaire. La résistance des tubes de cuivre croît plus vite que $\sqrt{f}$ quand f est supérieur à 20.000 pér/sec. D'autre part, le rendement du transformateur est supérieur aux basses fréquences. Les Américains sont descendus jusqu'à $f = 500$ pér/sec. La Compagnie C. Lorenz emploie, au contraire, la fréquence 8000 pour les petites installations. On améliore le facteur de puissance en disposant le transformateur dans un circuit oscillant accordé sur la fréquence

d'emploi. Les caractéristiques (capacité et self) de ce circuit doivent être susceptibles de variation. Il faut, en effet, maintenir la résonance malgré les variations de la résistance et de la perméabilité de la charge en cours de fusion. Ces fours permettent de fondre le fer à raison de 1 kg/kWh environ.

Nouvel appareil de mesures de l'intensité du son (rapport de M.M. Barkhausen. — M. Barkhausen a défini un système d'unités de mesure de l'intensité sonore, et a construit un appareil pour effectuer cette mesure. L'appareil ne permet que la mesure d'intensités qui sont entre elles comme 1, 2, 4... L'unité est la plus petite intensité perceptible, et s'appelle le wien. Une intensité de 10^4 wiens est si forte, qu'elle est douloureuse pour l'oreille. Pour la pratique, l'auteur propose une échelle logarithmique dont l'intervalle s'appelle le phone. Il en résulte que les diverses intensités, qui sont en progression arithmétique quand on les exprime en phones, sont en progression géométrique quand on les exprime en wiens.

Pertes hystérétiques en champs magnétiques faibles et forts (rapport de M. U. Meyer). — Ces pertes W s'expriment par la formule de Steinmetz pour les champs intenses. Pour les champs faibles, on emploie la formule de Jordan :

$$W = \frac{\mu'_0 \alpha}{3\pi} H^3,$$

où :

$$\mu' = \mu_0 (1 + \alpha H).$$

La comparaison de deux substances, au point de vue hystérétique, doit donc toujours se faire sur des champs de même ordre de grandeur.

Sur la mesure des champs de pression sonores (rapport de M. E. Meyer). — L'auteur emploie un appareil de mesures dont le principe est un disque de Raleygh de 5 millimètres de diamètre et de 0^{mm},055 d'épaisseur, suspendu à un fil de Wollaston en or, de 10 centimètres de long et 0^{mm},005 de diamètre. Le disque, orienté à 45° de la direction de propagation, tend à s'orienter perpendiculairement à cette direction. On déduit la pression sonore de l'angle de rotation s par la formule : P dynes/cm^q = $0,65 \sqrt{s}$, où le coefficient numérique n'est valable que pour l'appareil présenté. Cet appareil permet de faire de

nombreuses études quantitatives et étalonnages sur les divers systèmes de lames vibrantes et de haut-parleurs.

Emploi du pont de Wheatstone dans un dynamomètre (rapport de M. K. Möeller). — L'organe électrique du dynamomètre réunit deux disques qui, sous l'effort à mesurer, tournent, l'un par rapport à l'autre, d'un angle proportionnel à cet effort. L'un porte, sur sa périphérie, une résistance qui est insérée dans un pont de Wheatstone.

L'effet directionnel des lames vibrantes (rapport de MM. Backhaus et Trendelenburg). — Les auteurs ont montré théoriquement et expérimentalement que les lames possèdent un effet directionnel dès que leur dimension est grande par rapport à une longueur d'onde. Cet effet directionnel croît avec la fréquence. Il se produit quelques phénomènes d'interférences.

Procédé d'émission pour ondes courtes (rapport de M. N. v. Korsehewsky). — Le procédé proposé a pour but d'éviter l'étouffement local de la réception (ou fading). Il consiste à utiliser deux antennes linéaires, perpendiculaires l'une à l'autre et excitées par des courants déphasés d'un quart de période.

Montages de réception pour ondes courtes (rapport de M. W. Kummerer). — L'auteur présente divers montages de compensation (neutrodynes) qui ont pour but d'annuler les effets dus à la capacité propre des lampes. Ces montages sont nécessaires pour les longueurs d'onde inférieures à 100 mètres.

Sur un procédé de mesure de la température des gaz (rapport de M. H. Schmidt). — Dans ces sortes de mesure, la température propre du thermomètre reste nettement inférieure à celle du gaz, si l'on ne prend pas de dispositions spéciales. L'auteur a évité ce défaut par l'emploi de deux méthodes déjà connues. De plus, il compense la perte d'énergie due au rayonnement du thermomètre par une source auxiliaire chauffée électriquement et proportionnée à la vitesse de circulation du gaz.

Le rayonnement gazeux aux points de vue physique et technique (rapport de M. A. Schack). — L'étude concerne le rayonnement dans les chaudières. Un corps absorbe les ondes qu'il peut émettre ; il en résulte que les longueurs d'onde intéressantes sont celles du CO²

et de la vapeur d'eau, situées dans l'infra-rouge. L'auteur détermine ce qu'il appelle le rayonnement noir intégral pour divers corps. Pour le gaz carbonique à 1500°, il atteint 38600 cal-m²h, c'est-à-dire 8 % du rayonnement du corps noir à même température. La loi de radiation dépend de la forme de la masse gazeuse. L'étude des radiations infra-rouges des chaudières permet de lever certaines contradictions entre la théorie et la pratique.

Microphone électrocapillaire (M. LATOUR, *C. R. Acad. des sciences*, 23 janvier 1928). — L'étude des phénomènes électro-capillaires à des fréquences musicales nous a conduit à réaliser un microphone particulièrement simple et immédiat.

Un tube capillaire, dont la section va croissant vers l'ouverture supérieure, est plongé dans le mercure, tandis qu'il est rempli d'un électrolyte (simple eau salée ou acidulée), lui-même recouvert d'huile pour éviter l'évaporation. Le contact avec l'électrolyte est assuré par un conducteur. En parlant à quelque distance de l'appareil, la parole est électriquement reproduite dans un récepteur branché entre les conducteurs.

Il est à remarquer que le fonctionnement subsiste si l'on ouvre le circuit en intercalant une capacité, c'est-à-dire qu'il s'agit bien d'une force électromotrice alternative d'origine capillaire et non de la variation d'un courant continu provoquée par la variation d'une résistance quelconque.

D'ailleurs, réciproquement, si l'on applique une tension alternative de fréquence musicale entre les conducteurs, l'appareil fonctionne en écouteur téléphonique.

INFORMATIONS.

Nouveaux timbres-poste français. — Un timbre-poste d'un type nouveau, en taille douce, vient d'être mis en circulation : c'est un timbre bleu de 1^f,50, avec une surtaxe de 8^f,50 au bénéfice de la caisse d'amortissement.

Les ateliers ont mis récemment en fabrication un timbre oblong,



bleu foncé, de 2 francs, représentant l'arc de triomphe de l'Etoile. La photographie ci-jointe a été faite d'après la maquette originale du dessinateur, établie pour une valeur de 20 francs.

Distribution de télégrammes dans les trains. —

L'administration française des postes et télégraphes a mis à l'essai un service de distribution des télégrammes dans certains trains express de jour des réseaux de l'Est, du P.L.M. et du P.O..

Achat de livres rares par téléphonie transatlantique. — M. Rosenbach, riche bibliophile de Philadelphie, fit dernièrement, en se servant de la téléphonie transatlantique, l'acquisition d'un princeps d'une édition aldine de l'*Hypnerotomachia* qui était proposé dans une vente aux enchères à Londres. L'enchère, qui avait débuté à 500 livres, atteignit 3000 livres, prix auquel M. Rosenbach se vit adjuger cet exemplaire de cet ouvrage, qui est un des livres illustrés les plus célèbres du xv^e siècle.

L'appel téléphonique originaire de Londres, et auquel M. Rosenbach est redevable d'avoir pu acquérir le livre en question, arracha le bibliophile à son sommeil et le tira de son lit. Cette conversation téléphonique, une des premières ayant pour objet de traiter une question d'achat de livres rares, fut le résultat d'une circonstance fortuite, que M. Rosenbach narre ainsi.

Peu de temps avant la date fixée pour la vente aux enchères, laquelle devait avoir lieu dans la capitale britannique, le docteur Rosenbach adressa à son agent à Londres un long câblogramme contenant ses instructions au sujet de l'acquisition de l'*Hypnerotomachia* et d'un ouvrage de Dante. Mais ce message s'égara on ne sait comment, et le jour des enchères se leva sans que le mandataire eût reçu de précisions relativement à l'offre maximum à laquelle il devait s'arrêter. Le temps pressait, et il ne restait qu'une seule ressource : la téléphonie transatlantique. Le docteur Rosenbach put, grâce à cette dernière, donner ses dernières instructions assez tôt, en une conversation qui dura moins de cinq minutes. Même en comprenant dans le prix de son livre le montant de la taxe téléphonique, pourtant élevé, le bibliophile est d'avis qu'il n'a pas fait une mauvaise affaire (*Telephony*, 21 janvier 1928).

BIBLIOGRAPHIE.

Die wissenschaftlichen Grundlagen des Rundfunkempfangs, publié sous la direction de K.-W. WAGNER. Berlin, Julius Springer, 1927. 1 vol. in-8° de 418 pages, avec 253 figures.

Ce livre a été composé sous la direction de M. K.-W. Wagner, avec la collaboration d'un grand nombre de techniciens spécialisés, dont le nom fait autorité pour ce qui concerne les questions de téléphonie et de radio-téléphonie. C'est dire qu'il représente une mise au point encyclopédique des problèmes nombreux et complexes que pose la transmission par ondes hertziennes, et des solutions qu'on leur a données jusqu'ici. Après un exposé général du but, du développement et des méthodes de la radiophonie, les auteurs étudient successivement les théories scientifiques relatives aux divers éléments entrant dans la constitution d'une radio-transmission :

- 1° Analyse du langage articulé et des sons produits par les instruments de musique ; champ acoustique ;
- 2° Electroacoustique du microphone et du récepteur ;
- 3° Diffusion, propagation et réception des ondes électro-magnétiques.

Il faut signaler tout particulièrement un chapitre entier consacré aux troubles de réception dus aux irrégularités de la propagation des ondes, aux atmosphériques, à leur classification, à leur interprétation théorique. On y trouve, résumé et analysé à la lumière des relevés scientifiques les plus récents, l'essentiel des idées modernes sur ces phénomènes encore mal connus et d'ailleurs peu accessibles à une étude rigoureuse.

La dernière partie du livre est consacrée à la lampe à trois électrodes, dont les caractéristiques et le fonctionnement sont minutieusement examinés tant au point de vue intrinsèque qu'au point de vue

de ses applications diverses aux systèmes oscillants, à la détection et à l'amplification.

Cet ouvrage sera lu et consulté avec profit non seulement par tous les techniciens du téléphone et de la T.S.F., pour qui il sera une source de documentation précieuse, mais encore par tous ceux qui aiment avoir une idée précise des conceptions scientifiques et des grands problèmes techniques de l'heure présente. P. C.

Introduction à l'étude de la physique théorique, par RENÉ

FORTRAT. Paris, Hermann, 1927. *1^{er} fascicule : Mécanique* : 1 volume in-16 de iv + 133 pages, avec 60 figures ; *2^e fascicule : Vibrations* : 1 vol. in-16 de 164 pages, avec 81 figures.

Cet ouvrage, qui comprendra sept fascicules, passe en revue les questions essentielles de la physique théorique. Il suppose connu le programme du baccalauréat, et peut servir d'« introduction » aux études de licence ; mais des lecteurs plus avancés le liront avec plaisir et avec fruit. Le style, bien que très condensé, reste fort clair ; les calculs sont réduits à l'indispensable. Fréquemment, l'auteur introduit quelque notion dont des travaux récents ont montré l'intérêt, et il y a plaisir à voir rajeunir ainsi des questions vénérables.

Dans le premier fascicule, l'auteur expose la mécanique jusqu'à la dynamique du corps solide, et les éléments de la mécanique des fluides. Les phénomènes de percussion, la notion de degrés de liberté, le mouvement des fluides, les tourbillons sont parmi les questions dont la présentation, bien que délicate, est la plus heureuse. On regrette, au début d'un ouvrage si moderne, de voir définir le couple par deux forces égales parallèles et opposées, décomposition la plus souvent arbitraire ; le moment constitue à lui seul l'essentiel du « couple », qu'il est préférable, pour cette raison, d'appeler « torque » ; un mot sur sa représentation par une circonférence orientée aurait permis d'éclaircir la distinction entre vecteur polaire et vecteur axial, qui n'est qu'indiquée et dont on aura besoin sans doute dans les derniers fascicules.

Le second fascicule est encore plus original ; il rassemble la mécanique vibratoire, l'acoustique et l'optique, allant jusqu'à la notion

de réflexion des rayons X dans les cristaux . La présentation de ces questions est souvent extraordinairement habile ; citons seulement la comparaison de la propagation d'une onde au mouvement d'un homme sous une bâche (fig. 10) ; le lecteur appréciera sur cet exemple la discrétion du style de l'auteur, d'autant plus remarquable qu'il se réfère volontiers à un cours célèbre dont les plaisanteries ont assuré le succès. De menues critiques, que l'on pourrait faire çà et là, ne sauraient affecter notre appréciation de ce second fascicule, particulièrement difficile à écrire et extrêmement réussi. P.L.C.

Die Technik elektrischer Messgeräte, par GEORG KEINATH.

3^e édition, complètement refondue. *Tome 1^{er}* : Installations de mesures et accessoires. Munich et Berlin, R. Oldenbourg, 1928. 1 vol. in-8° de VIII + 612 pages, avec 561 figures. — Prix : broché, 33 marcs ; relié en toile : 35 marcs.

Dans cette troisième édition, le livre sur les mesures électriques de M. Georg Keinath a été sensiblement remanié et complété sur certains points. Il faut citer, en particulier, les chapitres relatifs à la construction des appareils de mesure et au choix des matériaux appropriés à cet usage. Les oscillographes des types les plus divers et les plus récents (oscillographes portatifs, oscillographe cathodique, klydonographe, etc...) y font également l'objet de descriptions détaillées.

Ces nouveaux développements ont conduit l'auteur à diviser son ouvrage primitif en deux volumes, dont le premier, consacré aux appareils de mesure et à leurs accessoires, est aujourd'hui paru. Le second, sensiblement moins important, se rapportera aux installations proprement dites.

Dans l'édition actuelle, comme dans les précédentes, l'auteur s'est efforcé de composer une œuvre utile au praticien et telle que peut la souhaiter l'ingénieur, qui doit traiter des problèmes précis et concrets. C'est dire qu'il a écarté le plus possible les formules et les développements mathématiques, pour lesquels on peut aisément se reporter aux formulaires spéciaux et qui auraient inutilement alourdi l'exposé. Dans sa forme présente, il s'adresse non seulement aux spécialistes, qui y trouveront une précieuse source de documentation, mais à tous

ceux, de plus en plus nombreux, qui s'intéressent à la technique et aux propriétés des appareils et méthodes d'investigation dont dispose la science électrique moderne. P.C.

Modern analysis, par E.T. WHITTAKER et G.N. WATSON. Cambridge, University Press, 1927. 1 vol. in-8° de 608 pages.

Nous avons sous les yeux la quatrième édition de ce bel ouvrage, devenu en peu d'années classique dans les laboratoires de physique. Certaines références au cours de mémoires importants montrent que des électriciens éminents n'ont pas puisé ailleurs leur érudition mathématique. L'ouvrage comprend deux parties. La première, *Les procédés de l'analyse*, est un exposé des théories classiques qui sont chez nous au programme de la licence de mathématiques ; mais les auteurs ont un talent particulier pour les prolonger par l'indication, soit dans le texte, soit dans les exercices, des développements récents les plus importants. La seconde partie, *Les fonctions transcendantes*, est ce qui distingue nettement l'ouvrage des autres cours d'analyse et en fait l'utilité pour les physiciens. C'est une suite de monographies sur les fonctions transcendantes les mieux connues. La table des chapitres est ce qui peut donner la meilleure idée de l'extension de l'ouvrage : Fonction gamma. Fonction zêta de Riemann. Fonction hypergéométrique. Fonction de Legendre. Fonction hypergéométrique confluyente. Fonction de Bessel. Les équations de la physique mathématique. Fonctions de Mathieu. Fonctions elliptiques de Weierstrass. Fonctions thêta. Fonctions elliptiques de Jacobi. Fonctions ellipsoïdales harmoniques et équations de Lamé. Pour certaines de ces fonctions, connues par d'autres cours, c'est une grande commodité pour le physicien d'en trouver les propriétés réunies en un seul chapitre ; par exemple, les propriétés de la fonction hypergéométrique apparaissent d'ordinaire en divers points d'un même cours d'analyse, à propos de la convergence des séries réelles, des fonctions de variables complexes, des résidus, des équations linéaires, etc... Pour d'autres fonctions, qui ont fait l'objet des recherches personnelles et de l'enseignement de M. Whittaker à l'université d'Edimbourg, aucun ouvrage ne pourrait même être comparé à celui-ci. Signalons enfin la préoccupation des auteurs d'indiquer, en quelques mots, l'origine et le déve-

loppement historique de chaque question ; le lecteur français n'y reconnaît pas sans fierté la chaîne ininterrompue qui relie d'Alembert et Cauchy à MM. Borel et Lebesgue. En résumé, ouvrage de référence fondamental, dont ne saurait se passer aucune bibliothèque scientifique.

P.L.C.

Annuaire du bureau des longitudes pour 1928. Paris, Gauthier-Villars, 1928. 1 vol. in-16 de XII + 669 pages, avec 5 cartes célestes en couleurs, 2 cartes magnétiques et 3 planches de spectres. — Prix : 12 francs.

Cet annuaire, dont la publication rentre dans les attributions du Bureau des longitudes, parut pour la première fois en 1796 ; il se rapportait à l'an V (1796-1797). Depuis lors, il a continué de paraître sans interruption, s'accroissant et se modifiant comme les sciences elles-mêmes qu'il doit résumer, mais conservant toujours son caractère propre, consacré par une longue tradition.

Depuis plusieurs années déjà, tous les volumes contiennent d'abord quatre chapitres relatifs, le premier au calendrier, le deuxième à la Terre, le troisième à l'astronomie, et le quatrième aux mesures légales et aux monnaies. De plus, ils renferment tous un cinquième et dernier chapitre consacré, les années paires aux données physiques et chimiques et les années impaires aux données géographiques, statistiques démographiques, tables de survie, d'annuités, d'intérêt et d'amortissement.

L'Annuaire pour 1928 publie en outre les trois notices scientifiques suivantes, toutes trois fort intéressantes à des titres divers :

Le Bureau des longitudes, son histoire et ses travaux depuis l'origine (1795), par M. G. Bigourdan ;

Le cinquantenaire de la convention internationale du mètre, par M. Émile Picard ;

La coopération internationale en géodésie et en géophysique : la troisième assemblée générale de l'Union géodésique et géophysique internationale à Prague, septembre 1927, par le général G. Périer.

L'électricité et ses applications, par H. VIGNERON. Paris, Masson et C^{ie}, s. d.. 1 vol. gr. in-8° de 812 pages, avec 780 figures.

Cet ouvrage de vulgarisation sur l'électricité offre une vue d'ensemble des applications de l'électricité et en même temps un résumé aussi complet que possible des connaissances théoriques actuelles sur les diverses manifestations de l'énergie électrique.

Sa lecture n'exige guère de connaissances spéciales. Cependant les développements théoriques sont assez complets et assez précis pour laisser au lecteur des idées nettes et exactes sur les questions traitées.

Les descriptions d'appareils ou d'installations se rapportent à des appareils ou installations modernes, actuellement en service.

La première partie de l'ouvrage, consacrée à la théorie, expose les lois élémentaires de l'électrostatique, du magnétisme, des courants permanents ou variables, de l'électrolyse, du passage de l'électricité à travers les gaz, de l'émission d'électricité par les corps incandescents, de la radioactivité, etc...

Dans une seconde partie, sont étudiés les modes de production ou de transformation de l'énergie électrique (piles, accumulateurs, machines génératrices, transformateurs, redresseurs, etc...) et exposées les conditions de transport et de distribution de l'électricité à distance.

La dernière partie du volume est consacrée aux applications de l'électricité (éclairage, applications mécaniques, traction électrique, chauffage et soudure, électrochimie, télégraphie, téléphonie, électrothérapie).

Les moteurs à courants alternatifs, par LOUIS LAGRON, ingénieur électricien. Paris, Librairie scientifique Albert Blanchard, 1927. 1 volume in-16 de 425 pages, avec 211 figures. — Prix : 25 francs.

Cet ouvrage est le second tome de la « Nouvelle encyclopédie électro-mécanique » publiée sous la direction de M. E. Pacoret, ingénieur électricien ; les *Annales des P.T.T.* de juin 1927 ont signalé le premier tome de cette collection : *Transformateurs de puissance, bobines d'inductance*.

Ce nouvel ouvrage est consacré aux moteurs à courants alternatifs, sauf les moteurs synchrones dont l'étude sera faite, à juste

titre, dans le tome consacré aux génératrices à courants alternatifs. Sont examinés dans ce livre : les moteurs d'induction polyphasés et monophasés, les moteurs à collecteur, les moteurs asynchrones synchronisés et compensés. L'auteur donne d'abord la théorie de ces divers moteurs, les formules de calcul, la construction, l'utilisation et les applications.

Cet ouvrage ne manquera pas de rendre de grands services à tous les praticiens de l'industrie électrique. P. M.

Téléphonie en schémas, par G. MATOFF. Moscou, édition d'Etat, 1924-1926. 6 vol. in-16.

Cet ouvrage (en langue russe) est une description des schémas d'installations téléphoniques utilisés par les différentes administrations et réalisés par les différents constructeurs.

L'ouvrage comprend trois parties : dans la première (tomes 1 et 2), l'auteur décrit les postes téléphoniques de toute nature, classés d'après le mode d'alimentation et d'après le mode d'appel ; la deuxième partie (tomes 3, 4, 5 et 6) est consacrée à l'étude des différents tableaux commutateurs manuels de toute capacité, utilisés dans le service urbain et dans le service interurbain ; une troisième partie (en préparation) traitera de certaines installations téléphoniques spéciales (postes à prépayement, amplificateurs, installations téléphoniques à haute fréquence, installations radiotéléphoniques, etc...).

M. Matoff s'est proposé de présenter une collection complète de schémas d'installations téléphoniques, classés d'une façon rationnelle ; chaque schéma est accompagné d'une description formant un exposé indépendant. L'ouvrage, ainsi présenté, constitue une source précieuse de documentation, et sera consulté avec profit par les bureaux d'études des constructeurs de matériel téléphonique. R. B.

Cours d'installations téléphoniques, par H. MILON, directeur de l'Exploitation téléphonique. Deuxième édition, revue et augmentée. Paris, Librairie de l'enseignement technique, 1927. 1 vol. in-8° de 460 pages. — Prix : 55 francs.

Cette nouvelle édition a été complétée et mise au courant des perfectionnements les plus récents apportés dans l'outillage télépho-

nique utilisé dans les bureaux centraux et les installations d'abonnés.

Les divers types de matériel y sont décrits au point de vue de leur construction, de la disposition de leurs circuits électriques, et des conditions de leur fonctionnement. L'outillage en service en France est l'objet, naturellement, de l'étude la plus détaillée.

L'auteur insiste tout particulièrement sur l'agencement complexe des grands réseaux manuels ou automatiques avec intercommunication entre bureaux différents. Les fonctions des installations entrant dans les phases successives de la commutation sont analysées, et les équipements correspondant aux divers systèmes existants sont décrits.

En outre, une partie importante de l'ouvrage est consacrée à l'étude méthodique des types d'installations destinées à satisfaire aux différents besoins de la clientèle, ainsi qu'à la description des installations et organes accessoires nécessaires à l'exploitation des bureaux centraux.

Cet ouvrage s'adresse à tous ceux qui sont désireux de se documenter d'une façon détaillée sur l'équipement des réseaux téléphoniques les plus modernes.

Le gérant :

HENRI DÉVÉ.

L'AVIATION COMMERCIALE, (1)

par le général BOUCABEILLE,

directeur du Comité français de propagande aéronautique.

On a inauguré, il y a quelques mois, le chemin de fer électrique qui relie Paris à Saint-Germain. A ce propos, la presse parisienne s'est amusée à rechercher dans la documentation de l'époque, 1837, ce qu'on avait bien pu écrire au moment de l'inauguration de ce tronçon de voie ferrée, qui fut le premier à fonctionner en France, et j'ai cueilli, dans un journal du 11 mars 1927, la perle que voici ; c'est un article de Théophile Gautier, paru à l'époque en cause :

« Le chemin de fer, écrivait-il, ne peut être envisagé que comme une curiosité scientifique, une espèce de joujou industriel.

« La structure de la terre où les montées succèdent aux pentes, et ainsi de suite pour l'écoulement et la répartition des eaux, s'oppose nécessairement (je souligne ce nécessairement) à l'établissement des grandes lignes, où la variété des niveaux demande d'énormes travaux et des dépenses telles, qu'un immense succès de l'entreprise ne pourrait les couvrir.

« La rapidité des communications ne pourra jamais compenser des frais aussi énormes ; qu'importe, après tout, que l'on ait une chose dans deux jours ou dans huit ? On en est quitte pour la demander plus tôt, et même la continuité des arrivages dispense de ces précautions.

« Quant à la question de bon marché, elle est nulle. Les compagnies qui exécuteront les chemins de fer seront obligées d'exiger un tarif exorbitant pour ne pas se ruiner, et les transports reviendront à un prix plus élevé qu'auparavant.

« Si les chemins de fer et les machines à vapeur prennent une

1. Conférence faite à l'Ecole professionnelle supérieure des postes et télégraphes, le 27 janvier 1925.

extension grâce à un certain enthousiasme, où trouvera-t-on du charbon de terre pour faire marcher tout cela?... »

Il y a moins de cent ans que des esprits avertis interdisaient donc aux chemins de fer de se développer ; on brandissait des arguments comme ceux-là pour prophétiser : « Cela ne pourra pas marcher ».

En 1921, se réunissait à Paris le premier congrès international de navigation aérienne, où l'on devait discuter de l'établissement de grandes lignes. Le délégué anglais prit la parole et prononça les mots que voici : « Le passager, je ne l'aime pas beaucoup ; si vous voulez voler comme passager de Londres à Bombay, c'est absolument irréalisable ; le passager sera fou avant d'arriver à Bombay. » Costes et Rignot, deux aviateurs français, ont cependant réalisé la superbe randonnée de Paris à Karachi, bien près de Bombay, d'une seule traite ; je puis assurer qu'ils n'en sont revenus fous ni l'un ni l'autre. Le même Costes, doublé de Le Brix, a fait mieux depuis.

Si je cite ces deux exemples, c'est pour mettre en garde, tout d'abord, contre les opinions toutes faites, contre les conclusions négatives, toujours plus commodes que les autres, à tirer d'un ensemble donné : c'est pour dire, en d'autres termes, que l'homme en général, a les plus grandes difficultés à déplacer les bornes qu'il plante lui-même aux frontières de ce qu'il appelle ses audaces, sans jamais se rappeler que ce qu'il dénomme ses audaces aujourd'hui ne sont que les timidités de demain.

Quelles sont donc ces audaces de l'aviation actuelle ? En voici quelques-unes.

La coupe Schneider, qui vient de se courir à Venise, a vu un Anglais enlever le prix sur un hydravion, à la vitesse de 477 kilomètres à l'heure, non pas sur quatre ou cinq ou dix kilomètres, mais pendant une heure effective et même plus ; la course s'effectua sur une base de 40 kilomètres, obligeant l'avion, par conséquent, à des virages à angle aigu à chaque extrémité. C'est donc, pratiquement, du 500 kilomètres à l'heure que cet avion a fait. Je sais très bien que, ces 500 kilomètres à l'heure, c'est du sport aujourd'hui ; mais demain ce sera du transport ; si ce n'est pas du transport à 500 kilomètres à l'heure, ce sera du transport à 350 ou 400 kilomètres à

l'heure : on peut en être certain. 400 kilomètres à l'heure, mais c'est Paris—Bordeaux en une heure ; c'est Marseille—Alger en deux heures ; c'est Marseille—Dakar en six ou sept heures ; Marseille—Tananarive en quinze heures. Voilà ce qu'est l'avenir de la navigation aérienne, et je dis : non pas avenir improbable, impossible, mais avenir certain, puisque l'engin qui a réalisé cette vitesse existe.

Le moteur qui fait progresser l'avion exige, pour son fonctionnement, une proportion d'air déterminée mélangé au carburant. Quand on monte à 10.000 ou 12.000 mètres (les souvenirs de la Bertha sont encore présents à tous les esprits), la résistance, autrement dit la densité, l'abondance de l'air, devient moitié moindre que la résistance au sol ; le mobile aura donc une vitesse double. Mais le moteur, n'ayant que la moitié de son aliment nécessaire, fournira une force de plus en plus diminuée, et même ne fonctionnera plus. M. Rateau, membre de l'Institut, qui honore notre Conseil de sa présence, a inventé un turbo-compresseur qui est déjà en service, grâce auquel on a pu atteindre et dépasser 12.000 mètres d'altitude : c'est, en somme, un appareil qui approvisionne le moteur de l'air qui lui est nécessaire, et l'avion, propulsé dans des conditions analogues à celles où il marche à 1.000 mètres du sol, va prendre à 12.000 mètres une vitesse double, puisque la résistance du milieu où il se déplace est moitié moindre. Mais que vont faire les voyageurs à ces hauteurs ? Le jour où l'on pourra utiliser normalement le vol ainsi conçu, les engins seront carénés, comme peut l'être un sous-marin, et les passagers seront ainsi soustraits aux fâcheuses conséquences des diminutions de température et de pression à ces hauteurs formidables.

On peut concevoir, dès lors, à quelle vitesse, qualifiable de fantastique, doit prétendre l'avion dans un avenir qui, pour être indéterminé, n'en est pas moins assez proche, puisque les performances de bases que je cite là ont été effectuées.

Si l'on ajoute les probabilités de réussite des recherches amorcées un peu de tous côtés, tendant à simplifier la question d'envol et d'atterrissage par l'adaptation des principes de l'hélicoptère ; si l'on ajoute également l'adaptation des ondes hertziennes, des phares hertziens, à la conduite des avions pour leur permettre de naviguer en toute sécurité la nuit et surtout par temps de brume et de brouil-

lard, on aura une idée suffisante du développement dont ce nouveau moyen de transport est d'ores et déjà capable : j'ai employé le mot « fantastique » ; il n'a, je crois, rien d'exagéré.

Et le retentissement de ces progrès peut être tel, que M. Caquot, professeur à l'Ecole des mines et président de notre commission technique consultative, a pu écrire que « si le premier peuple d'hier était celui qui avait, par la marine, la plus grande force d'expansion, le premier peuple de demain sera celui qui aura à tout instant les plus grandes possibilités de développement de l'aviation. Pour la France, peuple de travailleurs, de savants et de constructeurs ingénieux, l'aviation est aujourd'hui, comme elle sera demain, le signe certain de sa santé morale et matérielle ».

Les indications et pronostics que je livre là sont, en général, assez peu connus du grand public français. Notre presse en est pour une bonne part responsable : soucieuse de flatter les goûts d'un public friand du fait divers, elle ne présente guère l'aviation à ses lecteurs que sous l'angle sportif ou militaire, et sous la forme la plus catastrophique : l'accident.

Or voici une statistique du bureau Véritas, établie sur les années 1924, 1925 et le début de 1926. Je cite : Le total, chiffré en pour cent, des accidents d'aviation, fait ressortir que, sur dix accidents, huit sont des accidents militaires. La proportion est, à la réflexion, très naturelle ; il faut, en effet, que le pilote militaire ait en mains son outil de façon parfaite, qu'il soit à même de s'en servir dans toutes les circonstances d'attaque ou de défense, qu'il sache exécuter des loopings, des descentes en vrille, etc... Mais un pilote de transports publics serait assez mal venu à risquer quelques acrobaties de la sorte avec des passagers à bord. Le neuvième accident est d'ordre indéterminé : avion en essais, en représentation, etc... Le dixième seul est spécifiquement imputable aux transports publics. Et, si l'on totalise le nombre de kilomètres parcourus, le nombre de passagers transportés, le tout rapproché du nombre d'accidents graves survenus, on constate qu'il faut faire dix-sept fois le tour du monde pour avoir une chance d'accident grave. C'est l'ordre de fréquence des accidents d'automobiles, peut-être même un peu moins.

Non, ce qui manque encore à l'aviation commerciale, ce n'est

pas la sécurité, c'est la régularité. Et de ceci, il faut à nouveau faire grief à la récente guerre. Pendant la guerre, nos engins ont fait, au point de vue technique, un progrès formidable ; mais on ne s'est pas occupé de la route.

Une route aérienne ne comporte pas que des installations grandioses, de vastes aérogares comme celles qu'on peut voir au Bourget et situées d'ordinaire aux terminus ou aux principaux croisements d'une ligne. Pour qu'un avion se rende en toute sécurité (je dis bien : en toute sécurité) d'un point à un autre, il faut que la route soit organisée dans des conditions telles que tout danger d'accident disparaisse. Évidemment, je ne fais pas état de l'accident sous la forme du coup de foudre qui peut tomber sur l'avion quand il est dans les nuages ; d'une rupture en vol, improbable, d'ailleurs, puisque l'avion, avant d'être mis en service, subit des essais mécaniques qui reculent cette chance d'accident hors des limites de la prévision humaine ; je parle de l'accident qui résulte surtout des deux grandes trahisres qui guettent l'avion en l'air ; ce sont les trahisres de l'atmosphère et les trahisres du moteur.

Pour éviter les trahisres de l'atmosphère, il faut que le pilote, avant de quitter son point de départ, sache quel est l'état de l'atmosphère tout le long de sa route, qu'il soit prévenu, en cours de route, des modifications qui peuvent survenir. Il faut, par conséquent, créer un jalonnement de postes météorologiques et transmettre incessamment, de bout en bout de la ligne, les indications qu'ils recueillent. Il faut, par suite, que ces postes météorologiques soient accolés à un système de transmission par T. S. F., doublé, très souvent, de liaisons téléphoniques et télégraphiques. Le pilote, avant de quitter, par exemple, le Bourget pour Berlin, saura qu'il y a un banc de brume sur l'Ardenne, et il apprendra, en cours de route, que ce banc de brume se maintient. Dans ce cas, c'est bien simple, il va l'éviter en passant, soit à droite, soit à gauche, en infléchissant sa route par le sud ou par le nord. C'est simple, oui, mais à la condition expresse que la route soit organisée et que les procédés de renseignement et de transmission fonctionnent.

En ce qui concerne les trahisres du moteur, l'accident le plus à craindre est la panne de moteur, et cela on ne l'évitera jamais :

on n'aura jamais de mécanique assez parfaite pour être certain que le moteur fonctionne sans accroc de bout en bout du parcours envisagé. Là, interviennent alors certaines relations entre la hauteur moyenne de vol et le rayon possible d'atterrissage, le moteur étant arrêté et l'avion descendant en vol plané. Cette relation est, à peu près, de l'ordre du dixième, c'est-à-dire que, naviguant à la hauteur moyenne de 1.000 ou 1.200 mètres à peu près, le pilote peut atterrir dans un rayon d'à peu près 12 kilomètres. Il suffira donc que, tous les 20 ou 25 kilomètres, il existe des terrains reconnus ou organisés, de sorte que, l'incident de moteur survenant, le pilote manœuvre pour atterrir sur le terrain le plus voisin, remédie à la panne, remette les gaz et reparte. Ajoutons à cela le balisage lumineux pour la circulation nocturne, indispensable, je l'ai dit, et dont les lignes américaines nous fournissent des exemples extrêmement complets, avec, tous les 20 ou 25 kilomètres, des phares d'intensité variable. Ajoutons encore, dans un avenir assez proche, ces phares lumineux remplacés ou doublés par des phares hertziens, d'un emploi plus général encore, plus commode que les précédents, et voilà, schématiquement, l'ensemble de l'organisation d'une voie aérienne.

Un mot, maintenant, sur la question des engins.

Nous avons très tôt, en France, prévu les possibilités d'adaptation, dans le domaine économique, des engins qui venaient de donner, pendant la guerre, des preuves éclatantes de leur utilité. Mais, si nous sommes les premiers à regarder en face les nouvelles vérités, nous sommes aussi les derniers, souvent, à abandonner les vieilles croyances : respectueux des traditions, soucieux des précédents, nous relions trop fortement l'avenir au passé ; nos évolutions ne sont pas toujours assez franches : l'histoire brève que je vais conter, touchant l'aviation commerciale, en est une nouvelle preuve.

Après quelques essais dès 1919, nous avons vu éclore des liaisons Paris—Londres, Paris—Amsterdam, Paris—Prague, avec bifurcation sur Varsovie et Constantinople, et enfin Toulouse—Casablanca. Ce sont les constructeurs d'avions de guerre qui ont fondé ces compagnies commerciales : les contrats passés entre elles et l'État ne sont ni longs, ni courts ; ils sont d'une durée moyenne :

dix ans, avec subventions ; le concours de l'État se traduit sous des noms très divers, qui s'appellent : prime kilométrique, prime d'entretien, prime de ceci, prime d'autre chose ; toutes appellations qui peuvent s'interpréter d'une formule très simple : l'État fait vivre les compagnies... à petit feu.

Cependant, à l'expérience, de quoi s'aperçoit-on ? Qu'il était surhumain de demander au constructeur, qui est surtout un fournisseur de l'État, donc un fabricant d'engins militaires, de consacrer le ou les millions voulus pour établir des prototypes nouveaux en vue de l'exploitation de la ligne commerciale, où son monopole lui évite toute concurrence française. Le constructeur a donc pris tout simplement son dernier « zinc », a enlevé la mitrailleuse ou le lance-bombe, remplacés par quelques fauteuils en osier, et voilà comment nos avions militaires sont devenus des avions commerciaux.

La manifestation du Bourget, le 24 mai dernier, à laquelle le Comité de propagande avait convié les présidents de toutes les chambres de commerce de France, a eu pour objet, précisément, de leur mettre sous les yeux les types d'avions commerciaux qui, sous la forme des Fokkers, des Junkers et autres, manifestent la différence avec un engin militaire plus ou moins démarqué.

En mai dernier, je suis allé de Toulouse à Casablanca sur un avion d'une des lignes réputées comme marchant le mieux ; la compagnie exploitante utilise encore, le plus souvent, le bon vieux Bréguet 14 de la guerre.

Or à quelles caractéristiques essentielles répond un avion militaire ? Neuf fois sur dix, à des caractéristiques de puissance. Puissance, s'il s'agit d'un avion de chasse, engin rapide et de plafond élevé, avec ailes courtes ; puissance et ailes longues, s'il s'agit d'un avion de bombardement, pour emporter très loin de très gros poids. Ailes longues ou ailes courtes, c'est toujours de la puissance que recherche le militaire, quelque prix qu'il y faille consacrer.

Mais, au point de vue de l'aviation économique, c'est une hérésie fondamentale que de pousser sur la puissance, sans établir un rapport quelconque entre la dépense qu'elle entraîne et le profit possible. Et, en fait, si nous mettons, sur cette ligne de Toulouse à Casablanca, l'avion qui a amené Lindbergh de New-York à Paris, et

qui n'est autre que l'avion dont il se sert tous les jours sur la ligne Chicago—Saint-Louis, nous verrons apparaître une dépense de 5 francs par kilomètre, au lieu des 15 francs que coûte le Bréguet en service sur notre ligne du Maroc : le trajet ne coûtera plus 22.000 francs, mais 9.000 francs, et, pour ces 9.000 francs, Lindbergh transportera quatre passagers et la poste, tandis que notre engin français ne transporte qu'un passager et la poste.

Voilà un avion commercial, strictement parlant, et voilà un avion militaire appliqué à des buts commerciaux.

En conclusion, il y a donc, à la base d'un système d'aviation commerciale, une question d'engin qui prédomine, et c'est folie que de vouloir faire de l'aviation commerciale avec des engins militaires. C'est cependant ce que l'on fait en France.

Pourquoi alors les compagnies ne prennent-elles pas sur elles de fabriquer des avions adaptés aux services qu'elles ont à leur demander? Nous tombons ici sur le régime financier de ces compagnies. Le capital dont ces compagnies ont été formées a été suffisant pour mettre l'affaire en train, pour acheter les premiers lots de matériel, pour constituer les premiers approvisionnements, les premiers stocks. L'État français a bien concédé et monopolisé l'exploitation des quatre grandes lignes dont je parlais tout à l'heure ; mais il n'a pas été maître d'empêcher la concurrence étrangère de s'établir sur elles, et elle est d'autant plus gênante pour nos compagnies que, précisément, au point de vue du matériel, elles se trouvent en présence d'appareils étrangers spécifiquement commerciaux, plus confortables, plus tentants pour le client, mais surtout travaillant plus économiquement que les appareils français et permettant des prix de revient meilleurs.

Il faudrait, par conséquent, que nos compagnies disposassent des millions nécessaires pour rénover d'abord leur matériel. Mais l'État paye déjà des sommes formidables dans l'organisation en vigueur. Je n'ai pas les chiffres de 1926 présents à la mémoire ; je puis vous citer ceux de 1925 (et ceux de 1925 se sont, je crois, aggravés pour 1926) : En 1925, nos quatre compagnies de navigation aérienne ont totalisé un ensemble de dépenses qui se monte à 54 millions en chiffres ronds, pour un total de recettes qui n'atteint pas

12 millions. Cette différence, de 41 ou 42 millions, c'est l'État qui l'a payée. Et quand l'État a payé une note pareille et qu'on vient lui demander encore des millions supplémentaires pour acheter des appareils nouveaux, il regimbe et refuse... surtout dans ces temps d'économies et de pénitence.

De sorte que nos compagnies commerciales se trouvent handicapées ; elles ne vivent pas au jour le jour : elles meurent au jour le jour.



Pour se faire une idée plus exacte des possibilités de l'aviation commerciale et montrer, chemin faisant, les liaisons qui existent entre une activité économique quelconque et cette même activité mise au service de la défense nationale, je vais prendre deux exemples empruntés à l'étranger, le premier concernant l'Allemagne, le second concernant les États-Unis.

Un simple coup d'œil sur le réseau allemand laisse l'impression que l'on se trouve en présence d'une carte des voies ferrées ; les soixante-dix lignes du réseau aérien allemand tissent sur le pays comme une toile d'araignée, où se répartissent quelque chose comme une centaine d'aérogares plus ou moins luxueusement installées.

En présence de pareils chiffres, il faut se hâter d'ajouter qu'il y a parfois, souvent même, à cet effort, une traduction autre que celle de besoins économiques purs ; car, si, apparemment, tout ce qui se passe sur ce réseau allemand est d'ordre commercial, il n'en reste pas moins que, lorsque l'on poursuit l'enquête sur nombre de points particuliers, on se trouve en face de « pourquoi », auxquels il n'y a pas de réponse dans l'ordre économique. Que l'on considère, par exemple, le grouillement, le fouillis de lignes tout le long de notre frontière, depuis Essen (groupement de la Ruhr) jusqu'au sud de Bâle. Que l'on y remarque ces lignes de quelques dizaines de kilomètres de longueur, cette multiplicité d'aérogares, d'organisations aériennes qui, manifestement, ne correspondent à rien d'explicable, je le répète, dans le sens économique et commercial pur. Car, enfin, on a beau dire que les Allemands préparent l'avenir (et c'est vrai),

pour le présent (et un présent qui peut durer encore longtemps), des lignes d'aviation de 30 à 35 kilomètres ne correspondent à aucune donnée pratique, et les exploitations aériennes entre Paris et Pontoise ne sont pas près de voir le jour. Elles l'ont cependant vu en Allemagne. Je dirai tout à l'heure ce que le réseau, dans son ensemble, tout de même, manifeste comme tendances commerciales très nettes. Je ne fais, en ce moment, que le procès du côté pléthorique, du côté paradoxal de cette organisation. Et ceci nous amène à des conclusions qui vont clairement manifester les relations qui existent entre une organisation commerciale et une organisation militaire, entre l'économie générale d'un pays et le statut de sa défense armée.

Le traité de Versailles, en effet, a interdit aux Allemands toute espèce d'aviation militaire ; on leur a concédé une aviation commerciale, avec quelques restrictions d'abord, pleinement libre depuis deux ans passés. Ils ont donc réalisé ce réseau dont je parle, après quelques avatars peu intéressants pour l'exposé de mes conclusions et sur lesquels je passe.

Or, sur chacune de ces soixante-dix lignes, s'effectue, chaque jour, au moins un trajet dans chaque sens ; ceci implique cent cinquante avions, à peu près, en service, sans compter ceux qu'ils peuvent avoir en réserve. Ce n'est pas ce total, notons-le bien, qui caractérise quoi que ce soit de valorisable au point de vue militaire. Nous avons, nous, en France, cent quarante-quatre escadrilles, toutes à douze ou quinze avions en moyenne, soit, par conséquent, quinze cents avions à peu près. Que représentent les cent cinquante avions en question, par rapport à nos quinze cents ? En quantité, pas grand'chose. Mais, sur chacun de ces cent-quinze avions, en général pilotés en double commande, naviguent tous les jours trois cents pilotes au moins, sans compter les effectifs de roulement nécessaires. Première constatation à retenir : cette aviation commerciale permet un entraînement, une formation du personnel naviguant, meilleurs peut-être, plus extensibles, plus pratiques, en tout cas, que nos moyens spécifiquement militaires.

En ce qui concerne le matériel, les Allemands ont orienté leur construction vers des types infiniment plus variés ; par conséquent,

effort d'études beaucoup plus accusé ; et, en particulier, ils ont abouti à des avions (commerciaux, c'est entendu) entièrement métalliques. Rapprochons maintenant quelques données d'expérience. Nous fabriquions, à la fin de la guerre, à destination du front, cent avions par jour, en bois et en toile) par conséquent, en éléments non standardisables. Les Allemands fabriquent en métal. Ils ont une industrie qui est ce que l'on sait ; ce n'est pas le lieu d'en faire l'éloge ou la critique ; mais on reconnaîtra, je crois, facilement que, si nous avons pu fabriquer, nous, cent avions par jour à la fin de la guerre, dans les conditions que je viens de dire, l'industrie allemande, fabriquant en éléments standardisés, est capable d'en livrer certainement le double ; je prends ceci comme simple approximation. Tant et si bien que, sur un préavis de quelques semaines, on peut s'attendre à voir sortir des usines allemandes, sans même que nous nous en doutions peut-être, 200 avions par jour, ce qui, en trente jours, mettra les Allemands en possession de six mille avions. Trouve-t-on que j'exagère ? Mettons cinq mille, quatre mille, trois mille ; peu importe. Et toute la « matière humaine » est préparée journellement sur le réseau commercial. Trois mille avions en un mois, dont le plus ancien aura trente jours d'existence, en face de nos quinze cents avions, dont je vais dire maintenant les caractéristiques.

Du côté français, nous avons fait, quoiqu'il apparaisse, un effort énorme au point de vue de l'aviation, mais uniquement bloqué sur l'aviation militaire, ou à peu près. Quels en sont les résultats ? Au point de vue des hommes, l'aviation militaire rend à la vie civile, tous les ans, cent cinquante à deux cents pilotes, formés à grand prix, avec une dépense moyenne de cinquante à soixante mille francs l'un, car tel est le coût de la formation d'un pilote ? Que veut-on que fassent ces jeunes gens, une fois rendus à la vie civile ? A quoi veut-on qu'ils emploient leur activité, leur brevet de pilote ? Nous avons, en tout et pour tout, en France, quatre lignes de grande navigation extérieure, qui occupent soixante à soixante-quinze pilotes. Ajoutons-en encore une dizaine ou une quinzaine dans les maisons de construction, pour les essais, etc... Bref, une carrière de pilote, chez nous, c'est une carrière d'académicien : je veux dire qu'il est tout aussi difficile d'y accéder que d'entrer à l'Académie

française. Voilà pour les hommes. Une fois ce pilote rendu à la vie civile, sans débouchés pour lui dans un métier vers lequel il s'est orienté un instant, et malgré les brevets dont il est pourvu, notre jeune homme disparaît de l'aviation, et, malgré l'effort de certaines organisations, qu'on appelle « centres d'entraînement des pilotes de réserve », 93 à 95 % des pilotes formés par l'armée sont ainsi irrémédiablement perdus pour l'aviation.

Au point de vue du matériel, nos budgets ont créé et entretiennent un stock d'engins en service dans nos unités, dans nos escadrilles actives, et une réserve double, sinon triple. Or, chaque fois qu'un progrès intéressant surgit, il faudrait que le budget consentit à supporter la dépense effroyable résultant du fait que tout le matériel désormais périmé devrait logiquement être mis au rebut et remplacé par du neuf. Mais le budget a des limites ; et voilà, en grande partie, le pourquoi des constatations faites, l'année dernière, à la tribune du parlement, sur lesquelles je me permets d'appeler l'attention, et d'où il résulte :

qu'au 31 décembre 1925, les quatre cinquièmes de notre stock de moteurs sont des moteurs de faible puissance qui existaient déjà au moment de l'armistice ;

que notre aviation de chasse est munie, à cette même date, d'un appareil qui date de 1918 (il y a eu quelques progrès depuis) ;

que les deux tiers de notre aviation d'observation datent également de 1918 ;

que les deux tiers de notre aviation de bombardement de jour sont munis d'engins qui datent de 1917 ; et que, si la moitié de nos avions de bombardement de nuit date de 1919, l'autre moitié remonte à 1916.

Voilà, pour le matériel, ce que représente, en qualité, l'effort français bloqué sur le domaine militaire. J'ai dit, au point de vue du recrutement et de l'entretien de nos réserves, les résultats chez nous. Rapprochons système allemand et système français, et jugeons quel est celui qui est préférable. On conclura d'évidence, que c'est encore celui-là qui vaut le mieux : l'Allemagne, sans aviation militaire, est plus forte, au point de vue aérien, que la France avec sa force militaire apparente : suivant l'expression à la mode, son « potentiel » est plus élevé.

Mais, du moment que nous avons le moyen, nous, de combiner les ressources d'une aviation commerciale et d'une aviation militaire, d'étayer l'une par l'autre, nous serions vraiment mal avisés de ne pas bénéficier de cette situation privilégiée ; la conclusion s'impose donc à ce premier point de vue : créons, développons notre aviation commerciale. Autrement dit, et la phrase est du maréchal Lyautey (je la répète à peu près de mémoire) : « C'est une erreur de croire que c'est l'armée qui défend le pays ; c'est le pays qui se défend lui-même, qui se défend avec l'intégralité de ses ressources de toute nature : ressources intellectuelles, ressources morales, ressources financières, ressources industrielles et autres. Si l'on veut avoir, par conséquent, une idée de ce que peut représenter, pour la défense du sol national, dans un domaine quelconque, une part de l'activité de ce pays, ce n'est pas sous son aspect exclusivement militaire qu'il faut juger cette part-là ; c'est son aspect total qu'il faut envisager. »

Nous avons, en France, une aviation militaire qui a une certaine ampleur ; mais c'est une sorte de champignon, posé en superstructure sur le pays, sans racines profondes dans l'économie générale, donc mal assurée, mal équilibrée. Si l'Angleterre a une marine de guerre redoutable, si l'Angleterre, au point de vue de sa défense, peut s'en remettre surtout à ses flottes de guerre, c'est parce qu'elle a, d'abord, une flotte commerciale qui lui permet précisément, et à tous les points de vue, d'alimenter sa flotte de guerre. Une puissance aérienne ne peut être une puissance digne de ce nom que si elle a su combiner, dans le même effort de création et d'entretien, une aviation civile et une aviation militaire. C'est la leçon essentielle que l'on peut tirer de l'exemple allemand.

Il me faut néanmoins appeler l'attention sur un point, avant d'abandonner l'aviation allemande : c'est que ces gens-là ne perdent pas de vue l'effort nécessaire pour arriver à des résultats commerciaux ; c'est la logique même. L'Allemagne s'est lancée dans cette voie, effectivement, en 1924. C'est en 1924 qu'elle a créé son système aérien : dès 1925 apparaissent les résultats comparatifs que voici :

En passagers-kilomètres, le rendement en France, en 1925, par rapport à 1924, a crû de 17 % ; en Allemagne, de 221 % (et, en passant, il faut remarquer que, sur cent passagers qui utilisent

l'avion sur sol français, il y en a 95 d'étrangers ; mais ceci est une autre affaire).

Pour les marchandises, calculées en tonnes kilométriques, nous trouvons en France, en 1925, par rapport à 1924, une diminution de 5 % ; en Allemagne, une augmentation de 250 %.

Pour la poste, le calcul étant toujours fait en tonnes kilométriques, nous trouvons, en France, 70 % d'augmentation entre les deux périodes ; or il faut mentionner que cette période correspond à l'accroissement de notre activité au Maroc et, que la quasi-totalité de cette augmentation est faite de l'augmentation du trafic sur les lignes Latécoère. En Allemagne, sans causes adventices de cette nature entre les deux périodes en question, l'augmentation est, non plus de 70, mais de 620 %.

Tels sont les chiffres de 1925, et, si l'on consulte les graphiques de 1926 par rapport à ceux de 1925, on constate que la clientèle de passagers en 1926 a crû à peu près de 50 %, la clientèle de marchandises de 100 % et la clientèle de poste de 150 %. Il ne faut donc pas nier l'effort commercial allemand dans le sens aérien, moins encore peut-être que l'importance de son développement : il ne paye pas encore, certes, mais il est en bonne voie et il reste puissamment aidé pour y parvenir.

Passons à l'exemple américain.

Ici, nous nous trouvons en présence d'un effort strictement, nettement commercial. Nous assistons à un développement économique rationnel, pur de toute inspiration étrangère à ses buts propres, et nous allons en retenir le meilleur pour tâcher d'en faire l'application au plan français, que je développerai tout à l'heure, du moins tel que nous le concevons.

Pendant six ans, les Américains se sont livrés à de simples essais, en vraie grandeur, aux frais du gouvernement, sur la grande ligne de New-York à San-Francisco, doublée, entre New-York et Chicago, par une deuxième ligne. Pendant ces six ans, les Américains ont cherché uniquement à voir ce que pouvaient être l'organisation et le rendement d'une ligne d'avions. Ils ont conclu :

1^o que l'effort utile était surtout à orienter vers le trafic postal ;

2^o que le rendement n'était capable d'une certaine valeur qu'à la condition que les vols de nuit n'interrompissent pas la navigation aérienne, faute de quoi l'avion perd, pendant la nuit, le temps gagné pendant le jour.

Puis, ils ont déterminé, en transportant d'abord gratuitement la correspondance de New-York à San-Francisco, quelles étaient les capacités moyennes de charge de l'avion ; quelles étaient, par conséquent, les caractéristiques des engins à employer, les taxes à appliquer ; quels étaient le rôle et l'organisation des aérogares et des divers services qui allaient concourir à ce trafic.

Bref, au bout de six ans, ils sont passés aux actes par une première loi ; la loi Kelly, qui date de l'année dernière, amendée quelques mois plus tard par une disposition qu'on peut appeler, si l'on veut, un règlement d'administration publique, et que les Américains ont dénommé « Air Commerce Act ». Aux termes de cet Air Commerce Act, le gouvernement des États-Unis prend à sa charge l'infrastructure complète ; c'est lui qui crée les aérogares et l'ensemble des routes aériennes, dont j'ai dit l'essentiel tout à l'heure. Toutefois, pour la création et la gestion des aérogares, il admet la participation des chambres de commerce, des municipalités, etc... Aux initiatives privées, nettes de toute intervention étatique, aux concurrents qui vont soumissionner suivant les formes habituelles, il laisse alors le soin d'assurer l'exploitation aérienne, avec, comme base, le trafic postal. Autrement dit, le gouvernement ouvre une voie aérienne, mettons de Chicago à Saint-Louis (c'est celle sur laquelle le fameux Lindbergh était en service). Il met aux enchères l'exploitation postale de la ligne en question ; telle société privée soumissionne à cet effet et soumissionne sur la base suivante : Le gouvernement, fort de son expérience, estime que le trafic peut être rémunérateur sur la base de trois dollars la livre anglaise. « Qui en veut à ce prix-là ? — Trois dollars..., deux dollars quatre-vingt-dix..., deux dollars quatre-vingts..., deux dollars soixante-dix ! — A vous l'enchère. »

Par conséquent, la compagnie exploitante va assurer le trafic postal au prix de 2 dollars 70 ; le gouvernement gagne à tout coup, puisqu'il encaisse la différence entre les trois dollars, payés par l'ex-

STATISTIQUES DE L'AVIATION COMMERCIALE

LIGNE	CONCESSIONNAIRE de la ligne.	LONGUEUR de la ligne en km.	KILOMÈTRES parcours.
San-Francisco—New-York.	Post Office.	4.200	1.460.000
Chicago—New-York.	Post Office.	1.200	372.800
New-York—Boston	Colonial Air Transport .	350	84.800
Saint-Louis—Chicago.	Robertson Aircraft Cp .	430	102.400
Dallas—Chicago	National Air Transport .	1.600	551.920
Los-Angeles—Salt-Lake-City. . . .	Western Air Express . .	1.100	328.000
Salt-Lake-City—Pasco.	Varney	860	235.744
Detroit—Cleveland	Ford.	250	125.000
Detroit—Chicago.	Ford.	400	130.771
Los-Angeles—Seattle	Pacific Air Transport . .	1.850	340.800
Chicago—Minneapolis—St-Paul . .	Northwest Airways. . .	640	141.300
Cleveland—Pittsburg	Clifford Ball	200	27.200
Pueblo—Cheyenne	Colorado Airways. . . .	320	115.740
Pilottown—New-Orléans.	New Orléans Air Line. .	120	41.600
Seattle—Victoria	Hubbard.	125	17.220
Detroit—Grand-Rapids	Stout	225	66.000
Louisville—Cleveland.	Emsry-Riddle	552	38.400
Detroit—Buffalo	Ford	350	49.600
		14.772	1.238.495

Poids total de poste et de colis transportés : 1.666.458 pounds.

Moyenne par jour : { postes : 3.451 pounds (environ 150.000 lettres par jour).
 { colis : 5.800 — — — — —

Au total : 9.251 — — — — —

Recettes de la poste évaluées à 10 cents par demi-once pour les 320.225 pounds

Somme versée par les Postes aux concessionnaires

AMÉRICAIN DE JANVIER A JUIN 1927.

TAUX offert par la compagnie et payé par la poste.	PASSAGERS transportés.	COURRIER transporté en livres.	MARCHANDISES et colis. en livres.	SOMME PAYÉE au concession- naire, en dollars.
»	»	212.976	»	»
»	»	88.048	»	»
3 dollars par livre.	231	8.164	100	24.488,06
2,53 — —	2	16.909	21.651	43.024,77
3 — —	59	51.274	»	153.654,36
3 — —	147	88.746	20	266.225,93
3 — —	»	22.612	»	67.836,63
1,08 — —	»	826	646.599	894,30
1,08 — —	»	4.741	364.099	5.120,85
2,81 — —	318	31.420	»	89.374,89
2,75 — —	»	11.418	»	31.400,70
3 — —	4	4.674	»	14.020,87
3 — —	2	15.606	»	46.819,49
»	»	37.896	»	16.208,10
»	11	25.836	»	14.200,66
»	1.087	»	2.404	»
»	30	»	244	»
»	»	»	10.105	»
	1.891	621.236 (environ 25 mil- lions de lettres).	1.045.222	773.280,95

Réseau total : { postes : 773.281 dollars.
 { passagers : 70.140 —

Au total : 843.421 —

transportées sur les lignes concédées. 1.000.000 de dollars.

773.280 —

Bénéfice. 226.720 —

péditeur, et les deux dollars soixante-dix rétrocédés à la compagnie concessionnaire. Les bénéfices de l'exploitation ainsi conçue commencent à apparaître, pour le gouvernement, dès maintenant ; les dernières statistiques que nous avons, qui s'étendent depuis janvier jusqu'au mois de juillet dernier, font ressortir, pour le gouvernement fédéral (je passe sur les chiffres de détail), un bénéfice total, en six mois, de 226.720 dollars. Voilà une aviation qui rapporte.

Le tableau ci-joint, en surplus, montre une synthèse saisissante de l'effort américain par les statistiques de l'aviation commerciale afférentes à ces six premiers mois dont nous connaissons les résultats : janvier-juin 1927.

Nous remarquerons, en passant, la longueur des lignes concédées aux compagnies exploitantes. Il y a, entre autres, une ligne qui part des grands lacs et qui se dirige droit vers le sud. Chicago et Saint Louis, les deux villes qu'elle réunit, ont l'importance respective, à peu près, de Bordeaux et Paris ; les deux villes sont réunies par une voie ferrée, où circulent des trains qui ont la rapidité des trains entre Bordeaux et Paris ; la distance de 450 kilomètres qui les sépare est à peu près la distance Bordeaux—Paris. Eh bien ! sur cette ligne de 450 kilomètres, dans ces conditions que je précise, la compagnie aérienne, créée en décembre, a vu apparaître ses premiers bénéfices propres au mois de février. Autrement dit, la question de distance n'est pas la seule qui compte en matière d'aviation. Elle intervient, certes ; mais l'importance économique des points mis en liaison compte encore plus.

Si nous transportons un peu dans le domaine de l'absurde le raisonnement que je tiens ici d'une façon un peu schématique, si nous supposons que nous ayons un système aérien à installer, à notre choix, en Afrique occidentale française, irons-nous choisir, comme liaison première, le parcours de Bamako au Tchad, sous prétexte que 3.000 kilomètres les séparent, ou préférons-nous mettre Dakar en liaison rapide avec Saint-Louis, distants seulement de quelque 2 à 3 cents kilomètres ? En d'autres termes, on s'imaginerait quelquefois que l'aviation est d'un rapport d'autant plus certain que de grandes distances séparent les points mis en liaison. Or la moyenne des lignes d'Amérique ne dépasse pas 500 kilomètres ; il

en est qui descendent jusqu'à 130 et 150 kilomètres ; et quand, au mois de septembre dernier, si je ne me trompe, le gouvernement a mis en adjudication, selon sa formule, la ligne de New York à San Francisco, ce beau ruban aérien a été mis en adjudication sur deux tronçons ; on n'a pas voulu de l'unique grande ligne.

Le gouvernement des États-Unis a adopté une politique très nette : il prend à sa charge l'infrastructure : il crée la route aérienne comme on crée la route nationale, comme on crée la route fluviale ou l'organisation des côtes maritimes, et il laisse la libre initiative s'exercer sur le système naviguant.

Et il est curieux de rapprocher cette conception de la conception allemande où, au contraire (et ceci indique bien que les Allemands ont d'autres visées), le gouvernement laisse l'initiative privée s'exercer en bas. Chez eux, ce sont des sociétés privées, des sociétés d'aérogares qui gèrent la partie importante de l'infrastructure, et le gouvernement, de son côté, subventionne directement le système naviguant, c'est-à-dire la compagnie unique, dénommée Lufthansa. Il est évident, en effet, que le gouvernement allemand, subventionnant le système naviguant, ne peut accorder ses subventions qu'à une seule société. Il serait absurde qu'il facilitât de ses deniers une concurrence entre sociétés rivales, et il est non moins logique, en Amérique, où le gouvernement ne subventionne aucune société, d'en voir éclore autant qu'il y a de lignes ou à peu près ; ceci explique qu'il y ait dix-huit compagnies de navigation aérienne en Amérique, contre une seule en Allemagne.

* * *

Si nous songions à un décalque, en France, de l'un quelconque de ces systèmes, nous nous apercevriions tout de suite qu'il y a des impossibilités.

Les États-Unis sont partis de la table rase ; ils ont fait les expériences nécessaires et sont arrivés à un système très logique, celui que je viens de résumer dans les grandes lignes. L'Allemagne, partant d'un autre point de vue, a adopté un système nettement opposé à celui-là, mais parfaitement cohérent néanmoins dans son ensemble.

Il nous faut, en France, si l'on veut se tracer un plan rationnel, améliorer ce qui existe et l'étendre, mais bouleverser le moins possible.

Améliorer : du Bourget à Londres il existe un service postal : que transporte-t-il comme lettres ? L'avion part du Bourget le matin, vers dix ou onze heures. Or chacun sait que, pour qu'une lettre soit rendue à dix heures au Bourget, il faut qu'elle ait été mise à la poste à Paris la veille au soir. Mais alors, il y a tout avantage à utiliser la voie ordinaire, qui permettra à cette lettre d'être distribuée à Londres le matin, avant même que, par la voie dite rapide de l'avion, elle ait quitté le Bourget. Au point de vue du temps, nous avons fait, au Comité, à plusieurs reprises, chronométrer le trajet Paris—Londres par avion. Le résultat est le suivant :

temps passé en avion : 43 % ;

temps perdu : 57 %.

J'appelle temps perdu, notamment, le temps employé au parcours secondaire du centre urbain à l'aérogare et vice-versa. Mais, même en admettant qu'il y ait, dans ces 57 % de temps perdu, des facteurs incompressibles, il n'en reste pas moins que la première amélioration à envisager sera, ici, d'augmenter la fréquence dans des conditions telles, que jusqu'à une heure de l'après-midi, au moins, toute lettre partie de Paris pour Londres par la voie aérienne puisse recevoir sa réponse à Paris le soir du même jour.

Accroître, c'est-à-dire prolonger des lignes existantes au delà de leurs terminus actuels : la ligne Paris—Amsterdam doit normalement atteindre les pays scandinaves ; la ligne Paris—Berlin, Moscou ; la ligne Paris—Constantinople, Bagdad.

Il est essentiel, d'autre part, que nos liaisons aériennes mettent en communication les différents blocs de l'empire français épars dans le monde et que nos colonies soient unies par des services rapides d'avions avec la métropole : c'est de Paris—Saïgon que j'entends parler, comme de Paris—Madagascar et de Paris—Afrique centrale.

Enfin il est essentiel encore que, sur le territoire français, les lignes de grandes communications extérieures soient reliées entre elles et avec nos grands centres de production.

Ici, le Comité doit rendre un très juste hommage à l'adminis-

tration des P. T. T. en général et, en particulier, au sympathique directeur de l'exploitation postale, M. Lebon, qui ont compris que l'intérêt de la navigation aérienne n'était plus discutable et que ce mode de locomotion pouvait d'ores et déjà recevoir une application intensive dans le transport du courrier postal. C'est donc à l'administration que nous sommes redevables d'un avant-projet, dont je rappelle rapidement les caractéristiques essentielles, à savoir :

1^o Mettre en liaison entre eux les culs-de-sac aériens existant actuellement. J'appelle culs-de-sacs aériens les points où viennent s'embouteiller un certain nombre de lignes aériennes, sans débouchés de même nature au delà : c'est Paris, réceptacle de trois des grandes lignes françaises de navigation aérienne ; c'est Genève, aux portes de France ; c'est Marseille, qui, maintenant, reçoit des correspondances aériennes du nord et qui devient tête de ligne vers l'Algérie ; c'est Toulouse, tête de ligne sur le Maroc ; c'est Bordeaux qui va devenir tête de ligne également, puisque la Société Latécoère va y transporter une partie de son activité ; c'est, bientôt, Cherbourg, au point de vue maritime, comme Nantes et le Havre. Il serait étrange, en effet, en matière ferroviaire, que, sous prétexte qu'il circule des trains très rapides entre Paris et Berlin, par exemple, d'autres entre Bordeaux et Madrid, on condamnât le parcours Paris—Bordeaux à l'emploi de la vieille diligence, qu'on laissât ces deux terminus sans liaison ferroviaire entre eux. De même en matière aérienne. Donc, première idée du plan : mettre ces culs-de-sac aériens en liaison entre eux et avec les grands centres français par des lignes, les unes convergentes, les autres transversales.

2^o Ajuster les horaires dans des conditions telles que la lettre puisse, à coup sûr, gagner un temps appréciable sur le trajet par chemin de fer.

3^o Enfin chiffrer le total des correspondances possibles.

J'ouvre ici une parenthèse. Il circule en France, par an, 1.770 millions de lettres ; auxquelles s'ajoutent environ 300 millions de lettres recommandées ; auxquelles s'ajoutent 3.500 millions de cartes postales et d'imprimés divers ; auxquels s'ajoutent encore une trentaine de millions de valeurs à recouvrer. Total, par conséquent, environ 5 milliards 112 de correspondances. Le travail des postes, en

faisant le décompte, sur les trajets aériens étudiés, de ces lettres, de ces cartes, de ces colis divers transformés en poids, donne déjà une première indication sur le rendement possible de la ligne, sous condition que les horaires viennent précisément manifester, par leur ajustement, un gain de temps certain et de quelque importance. Les P. T. T. estiment, ainsi, comme base de départ, que 10 % des lettres peuvent revenir à l'avion, ainsi que 2 % seulement des autres correspondances. Je sais bien que ce n'est qu'une approximation ; je sais bien que, si le système marche, ce n'est pas 10 % que recueillera telle ou telle ligne : ce sera 30, 40 ou 50 %, et que, si la ligne ne marche pas, ce ne sera pas 10 % qu'elle recueillera, c'est 0. C'est une simple base de départ, un ordre de grandeur que l'on recherche, pour manifester des possibilités, compte tenu de l'ajustement des horaires.

Or le monde des affaires, en France, se préoccupe assez peu de la solution « administrative », « gouvernementale » si l'on veut, du problème de l'aviation commerciale : peu importe à cette catégorie de Français, et elle est nombreuse, que les destinées de l'aéronautique soient régies par un ministère de l'Air, un sous-secrétariat ou un haut-commissariat : ce à quoi l'on tient essentiellement, c'est à se trouver en présence d'un plan constructif du réseau aérien français, d'une conception d'ensemble synthétisant le tracé des lignes, l'échelonnement des réalisations en un temps fixé, les prévisions de dépenses qui en découlent et le système financier qui les assurera. C'est la transposition en matière aéronautique de la pratique des programmes navals.

Le tracé du réseau, je viens d'en donner les caractéristiques : il suffira donc de répartir sur un nombre d'annuités déterminé les réalisations à entreprendre, de les chiffrer, et d'imaginer le système financier pour couvrir les dépenses ainsi envisagées. C'est à ces deux termes que se ramène le plan général d'une aviation commerciale française.

Un mot, pour terminer, sur l'ordre de grandeur de ces dépenses.

Notre Comité vient de soumettre aux pouvoirs publics, en l'espèce le ministère du Commerce, une sorte d'avant-projet sché-

matique qui n'a d'autre prétention que de fixer les idées par un exemple concret, mis à l'appui des idées générales ci-dessus.

Nous avons échelonné sur dix ans les créations envisagées comme il est dit ci-dessus, en distinguant, tant pour le réseau international, d'une part, que pour le réseau national, d'autre part, le dépenses de création des dépenses d'exploitation. Nous entendons dépenses de création des dépenses d'exploitation.

Nous entendons par dépenses de création, non seulement celles qui sont relatives aux installations d'infrastructure, jusqu'ici assumées par l'État, mais aussi les achats d'avions, et, d'une manière générale, toutes les premières mises de fonds destinées à permettre le fonctionnement d'une nouvelle ligne commerciale. Ainsi nous cherchons à donner aux compagnies les moyens et engins indispensables pour que, déchargées de tout souci de cet ordre qui constitue en grande partie leur gêne actuelle, elles puissent se consacrer exclusivement aux exploitations des lignes concédées.

En ce qui concerne les dépenses d'exploitation, nous admettons que l'État conserve à sa charge, mais suivant un mode amélioré, les subventions kilométriques qu'il concède sur les parcours afférents au réseau international, ainsi qu'une partie du déficit, qu'il est normal de prévoir, pendant quelques années encore, dans l'exploitation de ce réseau : au cours des dix ans considérés, l'État assumerait ainsi une dépense d'environ un milliard trois cents millions, chiffre qui ne paraît pas excessif si l'on remarque que le dernier budget consacre cent vingt millions au même objet, pour la seule année 1928.

Et il est à remarquer qu'en dix ans, à notre estime, et pour un sacrifice annuel de même grandeur, le réseau français passe de 25.000 kilomètres, chiffre actuel, à 61.000 kilomètres, chiffre prévu par nous pour 1940, en même temps que le nombre de kilomètres parcourus passe de six millions et demi à quarante-quatre millions et demi.

Le surplus des dépenses se rapporte à l'infrastructure et aux sommes nécessaires aux compagnies, tant par leurs achats de matériel, que pour combler la part du déficit d'exploitation que nous laissons à leur charge, soit les deux tiers pour le réseau international,

et la totalité pour le réseau intérieur. Ces frais sont à couvrir par des ressources autres que l'appel direct au budget de l'État.

Or il ne s'agit, dans cette catégorie de dépenses, que d'*avances* nécessaires pour mettre le système en place et faciliter son démarrage. L'argent dépensé pour l'infrastructure a sa contre-valeur dans les terrains, constructions et matériel qui la constituent ; les sommes mises à la disposition des compagnies pour leurs achats de matériel ont également leur contre-partie dans l'inscription de ce matériel à l'actif de leur bilan ; enfin les sommes prévues pour leur permettre de solder leur part dans les déficits initiaux d'exploitation doivent logiquement être remboursées par elles au cours des années bénéficiaires qui succéderont aux années déficitaires.

Nous estimons, en conséquence, que le système financier le plus simple, pour couvrir les dépenses de cette catégorie, qui se montent à un milliard environ, consiste à faire appel à un capital obligataire, remboursable sur une période à déterminer, et doté de garanties spéciales, tant comme amortissement que comme intérêt.

C'est ici que peuvent intervenir utilement les chambres de commerce, ainsi que les municipalités et départements et, au besoin, pour le surplus, l'État. Les chambres de commerce sont unanimes à manifester leur volonté de soutenir financièrement l'œuvre de création et d'organisation de l'aviation commerciale : mais elles estiment impossibles pour elles, en l'état de la législation, de devenir actionnaires d'une entreprise quelconque, puisque les fonds dont peuvent se constituer leurs réserves sont investis obligatoirement en rentes d'État ou en actions garanties par l'État. En revanche, elles proposent de fournir, pour une part, les garanties d'intérêt et d'amortissement à l'usage des capitaux privés engagés dans les entreprises d'aéronautique commerciale. La campagne que le Comité a poursuivie depuis plus d'un an auprès d'elles, a eu l'heureux effet d'y déterminer le courant d'opinions nécessaire et de les préparer aux sacrifices subséquents.

Il entre dans nos intentions, sous réserve de l'adhésion des pouvoirs publics au plan général que nous proposons ici, de poursuivre la même campagne auprès de celles des municipalités et assemblées départementales que la création d'escalas aériennes intéresse

directement. Nombre d'indices nous permettent d'assurer que ces collectivités participeront, comme les chambres de commerce, à la constitution des garanties financières, sur lesquelles se mobilisera le capital à créer.

L'État, enfin, ne peut se désintéresser d'une activité qui se traduira pour lui (et il est d'autres avantages) par l'organisation, sur tout le sol français, des routes aériennes, condition essentielle du développement du trafic de cet ordre et du meilleur emploi de nos forces aériennes en cas de conflit armé : outre les sommes, dites ci-dessus, qu'il consacre à fonds perdus aux exploitations aériennes, il se doit d'intervenir de nouveau comme garant, pour une part, dans le capital obligataire affecté aux dépenses de création.

A qui confier la gestion de ces garanties d'origine diverse, dont l'ensemble doit, en fin de compte, permettre la mobilisation d'environ un milliard, par l'émission d'une moyenne de cent millions d'obligations par an pendant dix ans ? La solution préconisée par les chambres de commerce consiste à créer un organisme spécial, doté de la personnalité morale, de l'autonomie administrative et budgétaire, auquel seront déléguées les garanties en cause, fournies conjointement par les chambres de commerce, les communes et départements et l'État, et qui sera habilité légalement pour transformer ces garanties en capital obligataire, amortissable sur une période fixée dans l'acte constitutif du système.

L'ensemble du plan projeté se ramène donc aux propositions suivantes :

- 1° déterminer le réseau aérien nécessaire à la France ;
- 2° répartir les créations sur une période déterminée ;
- 3° chiffrer, année par année, les sommes nécessaires ;
- 4° laisser à l'État sensiblement la part de dépenses qu'il consent à ce jour, mais dont il sera allégé, une fois terminée la phase constructive du système ;

5° pour le surplus, constituer un organisme qui, sur les garanties collectives fournies comme il est dit ci-dessus, crée, par l'émission d'obligations, le capital nécessaire, obligations amortissables dans un temps donné et fonction de la période pour laquelle l'ensemble du système est envisagé.

Nous voici au terme de cet exposé, que j'aurais peut-être désiré plus bref et que je clos en citant la propre conclusion d'une conférence que le maréchal Lyautey faisait sur le même sujet, à la chambre de commerce de Nancy, et par où il caractérise à la fois le côté national et le côté économique de la question : « Convincez-vous et convainquez chacun que les ailes de France apportent non seulement la sauvegarde de tous, mais aussi la fortune de chacun. »

NOTE SUR LE POSTE ADMINISTRATIF DE 1924 A COMBINÉ.

1. **Montage du poste.** — Une courte note, décrivant le montage de ce poste et exposant sommairement son fonctionnement, a déjà paru dans les *Annales des P.T.T.* de janvier 1926.

Il nous a paru intéressant de reproduire les considérations suivantes, extraites de l'ouvrage de K.-S. Johnson, *Circuits de transmission pour communications téléphoniques* (p. 129), qui expliquent clairement comment on est parvenu au schéma de montage de ce poste, qui peut, à première vue, paraître assez complexe.

Considérons le montage d'un poste du type antilocal dérivé du pont de Wheatstone (fig. 1). A l'émission, aucun courant ne

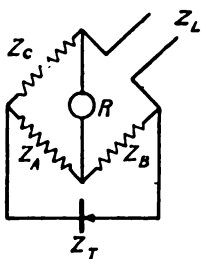


Fig. 1.

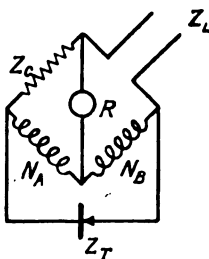


Fig. 2.

traversera le récepteur si les diverses impédances du pont satisfont à la condition suivante

$$\frac{Z_A}{Z_B} = \frac{Z_C}{Z_L}.$$

Pour éviter de dissiper de l'énergie dans les impédances Z_A et Z_B , on peut les remplacer par les enroulements N_A et N_B d'un transformateur ou d'une bobine d'induction (fig. 2).

Si l'on utilise un enroulement séparé pour le transmetteur

(fig. 3), le fonctionnement du pont reste identique, mais on peut régler l'impédance de l'élément transmetteur en donnant à N_P une valeur convenable ; on peut ainsi utiliser efficacement un transmetteur de résistance quelconque. Ce schéma représente l'un des circuits antilocaux d'appareil à batterie locale les plus satisfaisants ; le bras Z_C peut consister en une résistance non-inductive, qui peut être combinée avec la résistance de l'enroulement N_A .

Le transformateur peut d'ailleurs être remplacé par un auto-transformateur, et l'on arrive ainsi au schéma de la figure 4.

Enfin ce dernier schéma peut être adapté à l'emploi de la batterie centrale, comme le montre la figure 5 : le bras Z_C a été combiné avec l'enroulement N_A ; on a ajouté la sonnerie S et le condensateur C pour faire passer dans le microphone tout le courant continu arrivant de la ligne ; l'enroulement ($N_B - N_P$) a été inter-

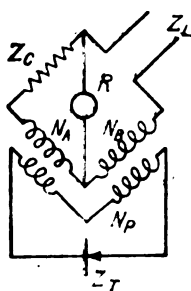


Fig. 3.

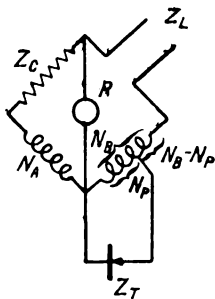


Fig. 4

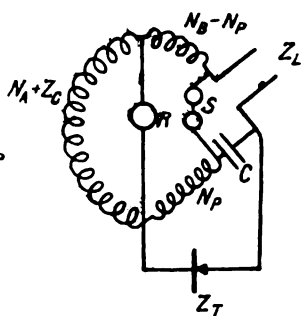


Fig 5.

changé avec la ligne avec laquelle il est en série pour réduire le nombre de bornes nécessaires sur la bobine d'induction.

Or ce schéma de la figure 5 n'est autre que celui du poste administratif de 1924 à combiné, qu'on représente d'ordinaire sous la forme indiquée par la figure 6.

2. Calcul des courants. — Proposons-nous de calculer les courants parcourant les différentes branches de ce montage, que nous prendrons sous la forme de la figure 7, en négligeant la sonnerie S et le second récepteur qu'on monte en dérivation aux bornes de R .

Supposons la ligne représentée par Z_L ; soit $Z_1 = R_1 + j\omega L_1$ l'impédance, pour des courants de pulsation ω , de l'enroulement i de la bobine d'induction, les autres enroulements étant en circuit ouvert; et soit $Z_{ik} = j\omega M_{ik}$ l'impédance mutuelle des enroulements i et k pour ces mêmes courants.

1° *Cas de l'émission.* — Soit une force électromotrice alternative E , de pulsation ω , en série avec Z_T . Appliquons les lois de Kirchhoff aux mailles I, II et III, respectivement parcourues par les courants i_1, i_2 et i_3 de sens indiqués par les flèches (fig. 7). Nous aurons les trois équations :

$$(1) \left\{ \begin{array}{l} i_1 (Z_L + Z_1 + Z_2 + 2Z_{12} + Z_T) - i_2 (Z_2 + Z_{12}) + \\ \quad + i_3 (Z_{13} + Z_{23} - Z_T) = E, \\ -i_1 (Z_2 + Z_{12}) + i_2 (Z_2 + Z_R) - i_3 Z_{23} = 0, \\ i_1 (Z_{13} + Z_{23} - Z_T) - i_2 Z_{23} + i_3 (Z_3 + Z_T + Z_C) = -E. \end{array} \right.$$

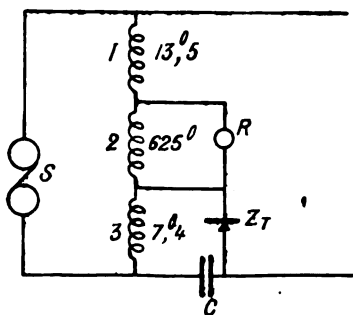


Fig. 6.

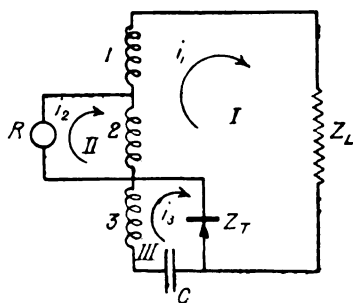


Fig. 7.

Le déterminant des coefficients des premiers membres de ces équations est :

$$(2) \Delta = (Z_L + Z_1 + Z_2 + 2Z_{12} + Z_T) [(Z_2 + Z_R)(Z_3 + Z_T + Z_C) - Z_{23}^2] + (Z_2 + Z_{12}) [Z_{23}(Z_{13} + Z_{23} - Z_T) - (Z_2 + Z_{12})(Z_3 + Z_T + Z_C)] + (Z_{13} + Z_{23} - Z_T) [Z_{23}(Z_2 + Z_{12}) - (Z_2 + Z_R)(Z_{13} + Z_{23} - Z_T)].$$

Le courant dans la ligne est :

$$I_L = i_1 = \frac{E}{\Delta} \left[(Z_2 + Z_R)(Z_3 + Z_T + Z_C) - Z_{23}^2 - Z_{23}(Z_2 + Z_{12}) + (Z_2 + Z_R)(Z_{13} + Z_{23} - Z_T) \right],$$

ou :

$$(3) I_L = \frac{E}{A} \left[(Z_2 + Z_R) (Z_3 + Z_C + Z_{13}) - Z_{23} (Z_{12} + Z_{23} - Z_R) \right].$$

Le courant dans le récepteur R, produisant l'effet local, est :

$$I_R = i_2 = \frac{E}{A} \left[(Z_2 + Z_{12}) (Z_3 + Z_T + Z_C) - Z_{23} (Z_{13} + Z_{23} - Z_T) \right. \\ \left. - Z_{23} (Z_L + Z_1 + Z_2 + 2Z_{12} + Z_T) + (Z_2 + Z_{12}) (Z_{13} + Z_{23} - Z_T) \right],$$

ou :

$$(4) I_R = \frac{E}{A} \left[(Z_2 + Z_{12}) (Z_3 + Z_C + Z_{13}) - Z_{23} (Z_L + Z_1 + Z_{12} \right. \\ \left. + Z_{13} + Z_{23}) \right].$$

2° *Cas de la réception.* — La force électromotrice E est, cette fois, en série avec Z_L . Les équations (1) subsistent, en remplaçant dans le second membre de la 3^e équation : — E par zéro. Il vient pour le courant de ligne :

$$(5) \quad I_L = \frac{E}{A} \left[(Z_2 + Z_R) (Z_3 + Z_T + Z_C) - Z_{23}^2 \right].$$

3. Application. — Des essais téléphonométriques ont été effectués à la voix sur un certain nombre d'appareils de 1924 à combiné pour déterminer l'équivalent de transmission à l'émission de lignes d'abonnés constituées par des résistances pures et diverses longueurs de câbles de réseau de 6/10 et de 10/10 de millimètre de diamètre. Les résultats moyens ont été les suivants : pour l'alimentation suivant le schéma du circuit standard, par exemple, on a trouvé qu'une ligne de 300 ohms en câble de 6/10 était sensiblement équivalente à une résistance pure de même valeur, et qu'une ligne de 300 ohms en câble de 10/10 était 4,5 miles de câble standard pire que cette même résistance.

Il nous a semblé intéressant de soumettre ces résultats au calcul.

1° Les mesures téléphonométriques étaient effectuées suivant la méthode indiquée par la figure 8.

Les longueurs de câble considérées ayant 300 ohms de résistance en courant continu, le poste reçoit toujours le même courant

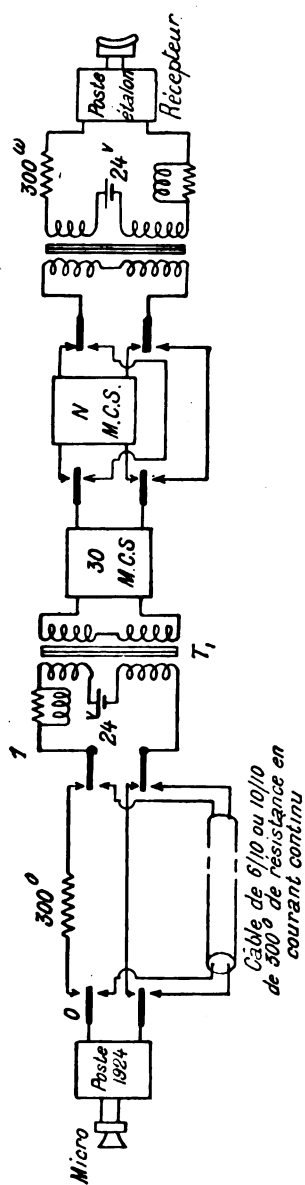


Fig. 8

d'alimentation. On peut donc admettre que la force électromotrice alternative E engendrée par le microphone reste la même quelle que soit la position du commutateur.

D'autre part, le secondaire de la toroïdale T_1 étant toujours fermé sur au moins 30 miles de câble standard, l'impédance Z , vue des bornes 1 vers la droite, reste constante, et l'impédance Z_L sur laquelle travaille le poste sera, dans le cas de la résistance pure : $300 + Z$ et, dans le cas du câble :

$$(6) \quad Z_L = \frac{Z \operatorname{ch} \gamma l + Z_n \operatorname{sh} \gamma l}{\frac{Z}{Z_n} \operatorname{sh} \gamma l + \operatorname{ch} \gamma l},$$

où Z_n et γl sont l'impédance caractéristique et la constante de propagation du circuit en câble considéré.

Or, à la fréquence de 1000 p.p.s, qu'on peut adopter comme représentant le mieux la voix, on a :

$$Z = 519 - j. 279 ;$$

pour le câble de 6/10 : $Z_n = 713 e^{-j.48^\circ.50'}$, $\gamma = 0,120 + j. 0,124$;

pour le câble de 10/10 : $Z_n = 411 e^{-j.47^\circ.45'}$, $\gamma = 0,079 + j. 0,084$.

Si donc on connaît les impédances des différents éléments du poste considéré, on sera en mesure de calculer le courant aux bornes 0, qui n'est autre que le courant I_L donné par la formule (3) ; connaissant I_L , on calculera le courant aux bornes 1 :

$$I_1 = I_L \text{ dans le cas de la résistance pure,}$$

et

$$(7) \quad I_1 = \frac{I_L}{\frac{Z}{Z_n} \operatorname{sh} \gamma l + \operatorname{ch} \gamma l} \text{ dans le cas du câble.}$$

Le logarithme naturel du rapport : $\frac{|I_1|}{|I_L|}$ nous donnera l'équivalent de transmission de la ligne d'abonné en câble, rapporté au cas de la ligne constituée par 300 ohms de résistance pure.

2° *Calcul des impédances des divers éléments du poste.* — On a mesuré à 1000 p.p.s. les impédances Z_i des différents enroulements

de la bobine d'induction d'un des postes soumis aux essais. On a trouvé :

$$\begin{cases} Z_1 = 114 + j. 999, \\ Z_2 = 735 + j. 1194, \\ Z_3 = 48 + j. 102. \end{cases}$$

Nous admettrons qu'il n'y a pas de fuites, donc que : $M_{lk} = \sqrt{L_l L_k}$.

Par suite :

$$\begin{cases} Z_{12} = j. 1092, \\ Z_{13} = j. 634, \\ Z_{23} = j. 693. \end{cases}$$

D'autre part, l'impédance du récepteur R est : $Z_R = 175 + j. 578$.

L'impédance du condensateur C de $2^{\mu F}$ est :

$$Z_C = - \frac{j}{2 \times 10^{-6} \times 2\pi \times 1000} = -j. 79.$$

Enfin nous remplacerons le microphone par sa résistance moyenne :

$$Z_T = 200.$$

Dans ces conditions, si nous posons :

$$Z_L = x + jy,$$

il vient, d'après l'équation (2) :

$$\begin{aligned} \Delta &= 133.320 x - 733.380 y - 9355 \times 10^5 + \\ &+ j[733.380 x + 133.320 y + 11.573 \times 10^5]. \end{aligned}$$

3° Cas de la ligne d'abonné de 300 ohms de résistance pure. —

Dans ce cas, on a :

$$\begin{aligned} Z_L &= 300 + Z = 819 - j. 279, \\ \Delta &= -6217 \times 10^5 + j. 17207 \times 10^5, \\ |\Delta| &= 18300 \times 10^5. \end{aligned}$$

I_L est donné par l'équation (3) :

$$|I_L| = E \frac{1.331.700}{18300 \times 10^5} = \frac{E}{1374}.$$

Comme il s'agit d'une résistance pure, on a : $|I_1| = |I_L| = \frac{E}{1374}$.

4° Cas de la ligne d'abonné constituée par 300 ohms de câble de 6/10. — D'après l'équation (6) :

$$\begin{aligned} Z_L &= 596 - j. 386, \\ \Delta &= -5729 \times 10^5 + j. 15339 \times 10^5, \\ |\Delta| &= 16371 \times 10^5 \\ |I_L| &= E \frac{1.331.700}{16371} = \frac{E}{1230}; \end{aligned}$$

et, d'après (7) :

$$|I_1| = \frac{|I_L|}{1,208} = \frac{E}{1485}.$$

L'équivalent de transmission de cette ligne d'abonné sera donc :

$$\log_e \frac{|I_L|}{|I_1|} = \log_e \frac{1485}{1374} = 0,077 \text{ népers,}$$

alors qu'on a trouvé sensiblement 0^{m.c.s.} comme moyenne des mesures téléphonométriques effectuées sur plusieurs appareils.

5° Cas de la ligne d'abonné constituée par 300 ohms de câble 10/10. — On a :

$$Z_L = 318 - j. 340,$$

$$\Delta = -6437 \times 10^3 + j. 13.452 \times 10^3,$$

$$|\Delta| = 14.914 \times 10^3,$$

$$|I_L| = E \frac{1.331.700}{14.914 \times 10^3} = \frac{E}{1120},$$

$$|I_1| = \frac{|I_L|}{1,985} = \frac{E}{2223}$$

L'équivalent de transmission sera donc :

$$\log_e \frac{|I_1|}{|I_{10}|} = \log_e \frac{2223}{1374} = 0,482 \text{ népers,}$$

alors qu'on a trouvé sensiblement 4^{m.c.s.},5 comme moyenne des mesures téléphonométriques effectuées sur plusieurs appareils.

Étant donné, d'une part, que les calculs correspondent à des mesures d'impédances effectuées à fréquence unique alors que les essais ont été faits à la voix ; étant donné, d'autre part, les hypothèses simplificatrices que nous avons faites pour le calcul relativement à l'absence de fuites dans la bobine et à la résistance du microphone ; étant donné, enfin, que les résultats des mesures téléphonométriques sont des moyennes obtenues avec plusieurs postes dont les caractéristiques peuvent différer légèrement de celles du poste étudié, et qu'on ne peut attendre de ces mesures une précision supérieure au demi-mille, on peut être satisfait de la concordance des résultats du calcul avec ceux des essais téléphonométriques.

4. Antilocal. — Calculons, en appliquant l'équation (4), le courant I_R dans le récepteur à l'émission; nous trouvons:

$$I_R = \frac{E}{j} \left[693 y + 216.180 + j. (-693 x + 734.130) \right]$$

Ce courant s'annule pour une ligne de composantes :

$$x = \frac{734.130}{693} = 1060, \quad y = -\frac{216.180}{693} = -312.$$

Pour une telle ligne, l'effet local serait donc nul à 1000 p.p.s.

5. Impédance intérieure du poste. — On l'obtient facilement en appliquant la relation (5) au cas où : $x = y = 0$.

On a alors :

$$I_L = \frac{E}{Z_1} = \frac{E}{\Delta_{(Z_L=0)}} \left[(Z_2 + Z_R) (Z_3 + Z_T + Z_C) - Z_{23}^2 \right],$$

d'où :

$$(8) \quad Z_1 = \frac{\Delta_{(Z_L=0)}}{[(Z_2 + Z_R) (Z_3 + Z_T + Z_C) - Z_{23}^2]} = 1303 + j. 1513$$

dans le cas particulier envisagé, alors que, par mesure directe, on a trouvé :

$$Z_1 = 1264 + j. 1471.$$

Là encore, étant données les hypothèses que nous avons faites, la concordance est satisfaisante.

Z_1 est l'impédance intérieure du poste aussi bien à l'émission qu'à la réception; mais il ne faut pas oublier que, dans le cas de l'émission, il faut considérer, d'après le théorème de Thévenin, non la force électromotrice E engendrée par le microphone, mais la force électromotrice E_0 aux bornes de l'appareil à circuit ouvert. On a d'ailleurs :

$$(9) \quad E_0 = E + (Z_{12} - Z_R) i_2 + (Z_T - Z_{13}) i_3,$$

i_2 et i_3 étant liées par les relations suivantes relatives aux mailles II et III :

$$(10) \quad \begin{cases} (Z_2 + Z_R) i_2 - Z_{23} i_3 = 0, \\ -Z_{23} i_2 + (Z_3 + Z_T + Z_C) i_3 = 0, \end{cases}$$

d'où :

$$E_0 = \frac{E}{\delta_{11}} \left[(Z_2 + Z_R) (Z_3 + Z_C + Z_{13}) - Z_{23} (Z_{12} + Z_{23} - Z_R) \right],$$

δ_{11} étant le déterminant des coefficients des premiers membres des équations (10), qui est aussi le mineur relatif au premier terme de la première ligne du déterminant Δ . On aura donc à l'émission :

$$I_L = \frac{E_0}{Z_i + Z_L}.$$

Mais, d'après l'équation (8) : $Z_i = \frac{\Delta_{(Z_L=0)}}{\delta_{11}}.$

Donc :

$$I_L = \frac{E [(Z_2 + Z_R) (Z_3 + Z_C + Z_{13}) - Z_{23} (Z_{12} + Z_{23} - Z_R)]}{\delta_{11} \left(\frac{\Delta_{(Z_L=0)}}{\delta_{11}} + Z_L \right)}.$$

Il est facile de voir que : $\Delta_{(Z_L=0)} + Z_L \delta_{11}$ n'est autre que Δ ; donc :

$$I_L = \frac{E}{\Delta} \left[(Z_2 + Z_R) (Z_3 + Z_C + Z_{13}) - Z_{23} (Z_{12} + Z_{23} - Z_R) \right].$$

On retrouve bien, comme il fallait s'y attendre, l'expression de I_L donnée par l'équation (3).

6. Conclusion. — Nous avons voulu montrer dans cette note combien le calcul complet de l'efficacité d'un poste administratif de 1924 à combiné, dans certaines conditions de lignes, est complexe, malgré les nombreuses simplifications que nous avons admises. Les mesures téléphonométriques, quelque imparfaites qu'elles puissent paraître, permettent d'arriver rapidement, et avec une exactitude suffisante pour les besoins de la pratique, à des résultats qu'on ne pourrait obtenir qu'au prix de calculs longs et laborieux.

P. MOCQUARD,

ingénieur des Postes et Télégraphes.

IMPRESSIONS PHOTOMÉCANIQUES,

par J.-B. POMEY,

Cours de matériel postal. — Parmi les cours professés à l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes, l'un des plus attrayants par son sujet est le cours de matériel postal. Il a été créé par M. Tongas, alors chef du service de la vérification et de la réception du matériel, mieux placé que tout autre, par ses fonctions et par ses relations, pour traiter avec compétence du service technique de la poste. Les divisions principales se trouvaient tout naturellement conformes à la répartition des attributions entre les divers bureaux de l'Exploitation postale. Donnons-en rapidement une idée.

En premier lieu, il y avait à étudier l'installation des bureaux ; mais, depuis cette époque, un cours d'architecture a été inauguré : la distribution intérieure des locaux est du ressort de ce nouvel enseignement, de même que les baux et les achats d'immeubles ressortissent au cours d'exploitation postale. Il y a cependant un certain nombre de questions dont l'examen entraîne la collaboration de l'architecte avec les services techniques : ce sont principalement : au point de vue de l'hygiène, l'aération et le chauffage, l'éclairage les vestiaires et lavabos ; au point de vue de la sécurité du personnel, les réseaux de postes d'incendie et les extincteurs ; au point de vue de la garde des valeurs, les coffres-forts, les avertisseurs et les serrures ; au point de vue des facilités du service, les monte-charges, les transporteurs, les glissières, les courroies mobiles, les ascenseurs, et enfin les boîtes aux lettres de bureaux de ville, ou rurales.

En second lieu, il y a le matériel de bureau proprement dit : timbres à date, cachets, balances, l'outillage des courriers convoyeurs, les cires, ficelles et étiquettes, les machines à écrire et à

calculer, les machines à oblitérer, les machines comptables, les machines à classer, les fichiers, les horloges, etc...

En troisième lieu, il y a le matériel roulant : automobiles, wagons-poste, allèges, etc..., avec tous les détails si complexes intéressant leur sécurité, leur aménagement technique général et leur appropriation à la destination de bureau ambulant.

Enfin deux autres sujets importants demandent aussi un examen plus ou moins approfondi suivant le nombre de leçons disponibles : ce sont l'habillement et les imprimés.

L'exposé, forcément très sommaire, des principes du tissage a toujours été écouté avec faveur par les élèves. La description du métier à tisser, la théorie des armures, les moirés, les velours, les apprêts, leur ouvrent d'immenses perspectives ; et c'est déjà quelque chose que l'explication des termes techniques qu'on lit dans le cahier des charges.

Impression des valeurs fiduciaires. — Quant aux imprimés, M. Tongas lui-même, parfaitement au courant de la fabrication des timbres-poste, décrivait les machines de l'atelier de la rue d'Hauteville, et il expliquait comment on arrive aux clichés de service à partir du poinçon prototype. Depuis cette époque, la fabrication des timbres-poste a reçu, comme l'on sait, de grands perfectionnements. On étudie actuellement l'impression mécanique en taille douce sur des machines nouvelles de construction française. M. Gaumel a introduit les machines à gommer, M. Bouchard les rotatives à mandats de Marinoni, M. Pomey la commande électrique, M. Demoulin les rotatives Chambon et les clichés cylindriques.

La fabrication des valeurs fiduciaires, évidemment, présente un grand intérêt professionnel. Les caractères d'authenticité méritent aussi l'attention. Il est impossible d'entrer ici dans aucun détail à ce sujet : cependant, comme les principes sont parfois méconnus, il convient d'expliquer de quoi il s'agit. Il faut d'abord que l'employé, quel qu'il soit, puisse facilement reconnaître, à première vue, l'authenticité ; elle doit donc se manifester par des caractères très apparents, ne laissant pas grande chance d'erreur à l'appréciation. En général, on doit rechercher, dans ce but, la perfection

et l'uniformité du tirage. Il peut y avoir ensuite des caractères spéciaux et secrets, ou simplement discrets, qui ne se révéleront qu'à l'œil averti ; ce seront, par exemple, des alignements de points, à peine visibles, n'apparaissant que par réflexion quand on regarde sous une incidence rasante la lumière qui se reflète sur le vernis contenu dans l'encre de couleur, choisie elle-même de teinte aussi pâle que possible. D'autre part, le procédé d'impression et la matière (fibres du papier, enduits sensibles) se trahissent toujours par quelque particularité. Enfin le mode de fabrication fera appel simultanément, pour la confection d'un seul objet, à des techniques essentiellement différentes, de façon à obliger la contrefaçon à recourir aux risques qu'entraîne toujours avec soi la complicité. De plus, rappelons-nous bien que la vérité ne se démontre pas, car si l'on doute de l'évidence, avec quoi la démontrera-t-on ? mais c'est l'erreur qui se prouve. L'authenticité est une vérité d'ordre historique ; elle ne consiste pas dans la conformité à un modèle, qui ne vaut qu'à titre de présomption ; bien plus, une faute de fabrication peut faire émettre un produit qui possède quelque particularité non conforme au type ; mais, quand cette faute aura été reconnue, par exemple, grâce à la comparaison avec un cliché conservé dans les archives, porteur de la divergence suspecte, l'écart constaté sera justement la meilleure preuve que l'objet incriminé est réellement sorti de l'atelier autorisé, si regrettable que cela soit, et que, par conséquent, il est authentique.

Procédés divers de reproduction. — Mais il n'est pas besoin que l'employé des postes appartienne à la fabrication des timbres pour s'intéresser aux arts graphiques, puisqu'il y a constamment à reproduire des circulaires et des dessins. Dans certaines directions, on emploie la pierre lithographique ; ailleurs, on fait des tirages sur gélatine. En temps de guerre, on a multiplié des documents par la photocollographie (c'est ainsi qu'en 1870 les Allemands reproduisirent notre carte d'état major). Dans les appareils télégraphiques eux-mêmes, comme dans les machines à oblitérer, il se trouve un dispositif imprimeur, dans lequel il est bon de savoir reconnaître les organes essentiels de toute presse typographique,

quand bien même ils n'y figurent qu'à l'état embryonnaire. De plus, certains appareils télégraphiques, comme le Pollak-Virag, mettent en œuvre les procédés photographiques.

Enfin il y a les imprimés ordinaires. Ceux-ci sont du ressort de l'Imprimerie nationale, qui est régie par le décret du 28 août 1889 et par celui du 26 octobre 1925. Le décret du 28 août 1889, qui commence, dans son article 1^{er}, par rappeler les dates des textes législatifs ou réglementaires antérieurs, dispose :

« En conséquence, l'Imprimerie nationale continue à être
« chargée exclusivement d'exécuter toutes les impressions néces-
« saires aux services des divers départements ministériels ou ordon-
« nées par les administrations centrales à Paris, dont la dépense
« est imputable au budget de l'Etat.

« Art. 2. — Il pourra être dérogé exceptionnellement aux pres-
« criptions qui précèdent, sur la demande expresse d'un ministre.
« Cette dérogation, toutefois, ne pourra avoir lieu que sur l'autori-
« sation du garde des sceaux, rendue après avis de la commission
« établie par l'article ci-après ». (Suit l'article relatif à l'organi-
sation de la commission consultative.)

Le décret du 26 octobre 1925 commence par viser le décret du 28 août 1889, que nous venons de reproduire dans sa partie essentielle, puis le décret du 1^{er} octobre 1910 rattachant aux Finances cet établissement qui, ayant eu pour première tâche l'impression du Bulletin des lois, dépendait de la Justice, enfin le décret du 19 octobre 1912 ; puis il porte :

« Art. 1^{er}. — L'article 1^{er} du décret du 28 août 1889 est modifié
« comme suit : ... ». Il reproduit ici le texte : « En conséquence... », qui établit l'exclusivité, jusqu'aux mots : « au budget de l'Etat » ; et il ajoute :

« Les mêmes dispositions seront applicables à l'administra-
« tion des chemins de fer de l'Etat et aux offices nationaux rece-
« vant des subventions sur le budget de l'Etat ou fonctionnant
« sous le contrôle de l'Etat. »

On sait que l'Imprimerie nationale est membre de la Chambre syndicale des maîtres imprimeurs et qu'elle applique les tarifs syndicaux ; elle a un atelier fiduciaire ; elle possède les poinçons

de toutes les écritures des langues orientales ou antiques, etc... ; elle a modernisé son outillage et occupe de nombreuses machines à composer ; enfin son atelier lithographique est important et elle emploie le bitume de Judée d'une façon tout à fait remarquable pour les impressions photomécaniques.

De même que les élèves de l'Ecole des P.T.T. vont visiter l'atelier de fabrication des timbres-poste, ils vont aussi, quand les circonstances le permettent, visiter l'Imprimerie nationale. Les machines à imprimer et enchevêtrer les feuilles de télégrammes pour les distributeurs automatiques ont toujours le plus grand succès.

Se douterait-on, puisque je parle d'imprimerie, que cette profession n'est libre que depuis 1870 ? « Décret du 10 septembre 1870 » : « *Art. 1^{er}* : Les professions d'imprimeur et de libraire sont libres. *Art. 2* : Toute personne qui voudra exercer l'une ou l'autre de ces professions sera tenue à une simple déclaration au ministère de l'Intérieur. *Art. 3* : Toute publication portera le nom de l'imprimeur. » Et avant la guerre, à Vienne, en Autriche, la profession d'imprimeur typographe et celle d'imprimeur lithographe étaient encore distinctes, et l'on refusait à un imprimeur typographe de mes amis, bien que pourvu du brevet de capacité comme lithographe, d'imprimer lui-même en lithographie les couvertures en couleur de ses livres ! Il y avait alors des procès de pâtissiers contre boulangers ; les corporations paraissaient, à l'époque moderne, comme des témoins attardés du moyen âge.

Procédés photomécaniques. — Mais, nous le répétons, ce n'est pas seulement une spécialité de l'art typographique comme celle des impressions fiduciaires qui mérite de retenir l'attention du fonctionnaire des P.T.T. : c'est l'art des reproductions graphiques pris dans tout son ensemble. Or, parmi les progrès les plus récents, il faut remarquer surtout ceux de la technique photomécanique. Et d'ailleurs, les timbres-poste coloniaux ne sont-ils pas imprimés avec des clichés de similligravure et n'a-t-on pas préconisé ce même procédé pour les timbre-poste de la métropole elle-même ? La discussion à ce sujet mériterait d'être approfondie. Il me suffit de

retenir de l'incident l'utilité de connaître les diverses méthodes de reproduction mécanique.

Nul livre ne donne une vue d'ensemble aussi exacte de l'état présent de cette technique, que le remarquable ouvrage de Rudolf Russ, qui a eu en 1927 sa troisième édition. C'est un livre allemand édité par la maison Klimsch & Co. de Francfort-sur-Main. Cette firme a publié son annuaire de 1927 sous forme d'un volume de luxe de plus de 300 pages, contenant non seulement d'abondants mémoires techniques et des articles sur les dernières nouveautés, mais encore une collection d'illustrations données comme types d'impression de toute nature ; un grand nombre sont des reproductions en couleur et constituent de véritables œuvres d'art. Mais, pour en revenir à l'ouvrage de R. Russ, qui, lui aussi, a en annexe une trentaine de fac-similés de tableaux, illustrant la mise en œuvre de procédés divers, disons que son titre est : *Handbuch der modernen Reproduktions-Technik* (Manuel de la technique moderne de la reproduction). Le premier volume est consacré à la photographie et à la retouche industrielles ; le second traite de la chimie des procédés graphiques, de l'héliogravure sur rotative, des méthodes de transfert et des impressions off-set, enfin de la photocollographie.

Jusque vers 1922, la littérature spéciale, même en Allemagne, terre classique de l'Imprimerie, a été fort pauvre en ouvrages sur la pratique des procédés photomécaniques. Il y a bien eu quelques livres d'enseignement sur tel ou tel procédé ; mais ils sont épuisés ou démodés, ou bien ils ont été composés en partie par des théoriciens et n'ont guère de valeur pratique. De plus en plus, une lacune s'est fait sentir, et la maison d'éditions Klimsch a voulu la combler avec un livre qui ne donnerait, en fait de théorie, que l'indispensable et qui résumerait l'expérience acquise des vingt dernières années. Ce livre contient la description des procédés et leur mise en œuvre, les réactions chimiques en cause, les moyens techniques, les améliorations les plus récentes, le tout à l'usage des spécialistes ; mais il pourra aussi servir à l'instruction des personnes expertes dans des techniques voisines. Dans ces dernières années, les presses off-set se sont répandues ; les journaux mêmes contiennent des illustrations. Toutes ces méthodes nouvelles sont exposées en détail. Peut-

être nous saura-t-on gré de reproduire ici une partie de l'introduction :

« Qu'entend-on par procédé de reproduction photomécanique ?
« On entend par là la confection d'une forme, propre à l'impression, d'après un modèle quelconque, sur presse mécanique, et à l'aide de la photographie : d'où le nom de *photomécanique*. A bien des égards, on trouvera que c'est quelque peu à tort, car il n'échappera pas aux lecteurs qu'il est nécessaire très souvent de fournir une notable part de travail manuel pour rendre convenablement le modèle. La caractéristique la plus éminente d'un modèle reproduit par une méthode photomécanique, c'est l'absolue fidélité de configuration avec l'objet ; c'est cet avantage qui a permis à l'art photomécanique de dépasser les anciens procédés manuels, gravure sur bois ou taille douce. Naturellement, on ne parle pas ici des gravures originales d'artistes ni des eaux-fortes, etc...

« On peut rendre exactement les dessins aux traits ; mais c'est une bien autre difficulté s'il s'agit des teintes dégradées et du coloris d'un modèle. Pour reproduire la tonalité et la teinte, les moyens photomécaniques ne sont pas infailibles. On peut bien rendre avec leurs tons les ombres d'un original monochromatique ; encore cela ne se fait-il plus tout à fait à la machine ; le résultat dépend, dans une large mesure, du sentiment du photographe, du goût avec lequel on fait la morsure ou l'impression sur gélatine. Ni la plaque sensible, ni l'image sur métal, ni la couche de gélatine ne restituent d'une façon absolue les tonalités de l'original, et il faut ici que la main de l'opérateur vienne en aide au travail fait mécaniquement. C'est encore pis s'il s'agit des teintes d'une image en couleurs à reproduire en noir sur blanc, et particulièrement des extraits, faits couleur par couleur, en vue de l'impression polychrome par voie photomécanique. Ici, la retouche est de rigueur, si l'on tient à rendre fidèlement l'original.

« Avant d'entrer dans le détail des modes opératoires, nous devons nous rendre compte qu'il y a trois genres d'impression. On distingue l'impression typographique, l'impression en taille douce, l'impression lithographique, ou, en termes plus généraux, la panotypie, la chalcographie et la planographie.

« On appelle *panotypie* (*Hochdruck* en allemand) le procédé dans lequel on transporte sur papier, en exerçant une pression, l'encre déposée sur une forme, où le dessin fait saillie et qui a été encrée par le passage du rouleau. Le fond qui reste blanc sur le papier est donc en creux sur la forme ; il a dû en être enlevé par gravure ou morsure, ou bien c'est la reproduction galvanoplastique d'une forme gravée au burin ou à l'acide. Le dessin occupe le niveau supérieur de la forme, d'où le nom de « *Hochdruck* » (impression en relief). L'impression des livres au moyen de caractères d'imprimerie et de « bois » et l'impression des tapisseries au moyen de rouleaux entaillés appartiennent à ce genre : c'est la typographie.

« Dans l'impression en *taille douce* (*Tiefdruck*) ou *chalcographie*, le dessin lui-même forme creux dans la plaque ; et c'est la profondeur des tailles qui est garnie d'encre ; la face supérieure de la plaque est nettoyée avec soin ; l'encre qui est dans les tailles (et par conséquent le dessin lui-même) se trouve transportée, grâce à la forte pression exercée, sur le papier qu'on force à pénétrer dans leur profondeur. Le nettoyage s'opère avec des chiffons ou des papiers, ou, dans l'impression mécanique, par le passage de raclettes parfaitement réglées et affûtées. L'impression ne provient donc pas de la surface, mais des parties profondes de la plaque, d'où le nom de « *Tiefdruck* » (impression sur plaque gravée en creux). A ce genre, appartiennent les gravures au burin et les eaux-fortes, l'héliogravure, la *taille-douce* tramée, à plat ou sur rotative, et l'impression sur étoffes.

« Tout autre est la *planographie* (*Flachdruck*), dans laquelle le dessin et le fond qui reste blanc sont sur un même plan. La seule chose qui empêche l'encre de passer sur le dessin, c'est que le fond blanc repousse l'encre. Une pierre de nature particulière, dégraissée, le zinc ou l'aluminium dégraissés, possèdent cette propriété quand on les a mouillés. Si l'on applique, par pression sur leurs faces sèches, un dessin à l'encre grasse et si l'on mouille la pierre, puis qu'on acidule l'eau, on pourra, par frottement ou en passant un rouleau, ajouter encore de l'encre sur le dessin déjà déposé, tandis qu'au contraire la *plage* restée libre prendra

« l'humidité et repoussera l'encre grasse. Tel est le principe sur lequel repose l'impression lithographique. Mais la réaction chimique peut être de nature bien différente ; elle peut aussi avoir lieu, par exemple, sous l'action de la lumière. La gélatine sensibilisée ne se gonfle plus dans l'eau une fois qu'elle a été exposée à la lumière, mais elle prend l'encre grasse, tandis que les endroits gonflés, non insolés, repoussent l'encre. Si donc on expose à la lumière sous un négatif une plaque préparée à la gélatine bichromatée et si on la fixe ensuite, à l'endroit du trait, elle a subi la lumière ; alors, quand on mouillera la surface, elle ne se gonflera plus, mais retiendra l'encre des rouleaux qu'on fera passer, bien que le trait soit un peu en contre-bas des parties de gélatine qui sont gonflées, parce que non-insolées. Telle est la propriété fondamentale de l'impression photocollographique, découverte en 1868 par Albert (en allemand, héliotypie, Lichtdruck), procédé intermédiaire entre l'impression typographique et la taille douce.

« Enfin la planographie peut consister en une impression qui est déposée sur papier par des tissus ou rouleaux, à base de caoutchouc, après qu'on a reporté sur eux un dessin tracé sur pierre ou sur zinc ; on presse le papier contre ces substances caoutchouteuses, et elles lui cèdent l'encre qu'elles viennent de recevoir toute fraîche. C'est l'impression par renversement (Offsetdruck). Comme le caoutchouc épouse la forme du papier dans toutes ses inégalités et que le papier, surtout à l'état humide, pénètre facilement dans les profondeurs de la forme, on peut, dans le procédé Offset comme dans la taille douce, employer aussi des papiers dont la surface n'est pas lisse ou a du grain, tandis que la lithographie, l'héliotypie et la typographie (ce dernier particulièrement pour la reproduction des similis gravures ou autotypies) exigent des papiers glacés si l'on veut avoir un résultat satisfaisant.

« On peut considérer comme une preuve de la souplesse de la photomécanique son entrée au service des trois genres d'impression. Au groupe de la panotypie appartient la *photogravure chimique* (Photochemigraphie en allemand), dont traite la seconde partie de cet ouvrage. Elle se subdivise en *photogravure au trait* (Photozinkographie) dans laquelle les éléments de la figure sont

« des traits, et en *similigravure* ou *autotypie* (*Rasterätzung*), gravure tramée dans laquelle on donne l'illusion de demi-teintes homogènes au moyen d'un réseau de points de différentes grosseurs ; on comprend dans cette dernière catégorie les procédés en trois ou en quatre couleurs. A la planigraphie, se rattachent la *photolithographie* et, comme ramification, le *procédé Offset* d'impression par transfert sur plaque de caoutchouc ; et, d'une façon générale, la *photocollographie* monochrome ou polychrome. La *chromolithographie* également, qui est l'impression sur pierre en couleurs, est de plus en plus sous l'influence de la photomécanique. Au groupe de la chalcographie appartiennent la gravure en taille douce photographique ou *héliogravure*, la *photogalvanogravure en taille douce* et la *taille douce tramée* ou impression en taille douce utilisant la raclette. A l'exception de la photogravure et de la photogalvanogravure en taille douce, pour lesquels il y a déjà de très bons manuels et qui sont d'application relativement restreinte, nous nous occuperons en détail de tous ces procédés, et nous développerons leurs divers éléments dans un aperçu sommaire au début de chaque section correspondante. Ici, nous nous bornerons à remarquer que l'on peut reproduire des traits ou des teintes par l'un quelconque des procédés énumérés. Mais, comme, dans tous, l'impression du nuancé n'est obtenue que par une illusion d'optique au moyen de points juxtaposés, on a raison de parler ici de *demi-teinte*, et ce nom convient à toutes les autotypies obtenues avec des trames, par opposition aux dessins à teintes dégradées véritables, dessinés ou peints à la main ou obtenus par la photographie sur des papiers au gélatinobromure d'argent ou à l'iodure. La présence importune de la trame dans les illustrations photomécaniques en demi-teintes s'efface de plus en plus à l'arrière-plan dans les procédés les plus récents de taille douce tramée et d'impression *Offset* ; la trame n'est plus guère perceptible à l'œil que pour le connaisseur armé de la loupe. Le relâchement du lien qui obligeait à employer des papiers lisses, d'aspect peu artistique, favorise ce recul de la trame, et le progrès monte au niveau de l'image à teinte continue. La photocollographie est considérée, en général, comme donnant

« aussi des teintes continues ; mais ce n'est pas tout à fait à juste titre, car les demi-teintes s'y décomposent en un grain qui, toute irrégulier et fin qu'il soit, demeure manifeste. Il faut conserver leur sens aux mots teintes et demi-teintes ; mais, dans le cercle des gens de métiers, on désigne bien souvent comme demi-teintes ce qui est image en teintes continues ; nous prions le lecteur d'y avoir égard en lisant le texte.

« Il est bien difficile de reconnaître, dans un objet imprimé, les caractères distinctifs de son mode de fabrication. Car, dans la pantotypie, l'encre n'est pas toujours écrasée et il est rare que la pression ait été assez forte pour que le foulage soit perceptible à l'envers du papier ; ce seraient là deux signes infailibles de l'impression typographique. Dans la planigraphie, l'encre est absolument plane et l'aspect général produit un effet d'à-plat, même quand on pousse très loin la division en demi-teintes. Dans la chalcographie, l'encre ne reproduit pas toujours assez distinctement en relief la profondeur des tailles, ce qui autrement caractérise la chalcographie. Le grain de l'impression collographique est bien différent de celui des autres procédés, mais il est souvent très fondu et fait transition avec la buée légère de l'impression Offset, qui incline volontiers au flou. Les hommes de la partie eux-mêmes sont souvent hésitants avant de dire le procédé qui a été appliqué, et ils sont tout à fait indécis s'il s'agit d'impressions polychromes où l'on a combiné les procédés les plus divers. Alors, c'est seulement si l'on examine fréquemment et d'une façon approfondie des impressions dont on connaît le mode de fabrication, que l'on peut acquérir peu à peu l'expérience. La capacité diagnostique ne se forme et ne s'affine dans le domaine des arts plastiques, qu'à force de regarder, comme dans le domaine de la musique qu'à force d'écouter. Dans notre technique, non plus, le savoir ne s'acquiert ni sans peine ni sans étude. »

Aperçu historique. — Rappelons enfin quelques dates.

1° Senefelder, en 1793, invente la lithographie, pour remplacer la gravure sur cuivre de la musique (Aloys Senefelder, né à Prague en 1771, mort en 1834).

E.-B. Höfel, en 1840, a l'idée de faire un report sur zinc.

Niepce de St-Victor, en 1820, reconnaît les propriétés du bitume de Judée (Joseph-Nicéphore Niepce, né à Châlons-sur-Marne en 1765, mort en 1833, associé de Daguerre en 1829).

Tissier, après une première morsure, fait un nouvel encrage avec une encre broyée dans un peu de vernis ; il saupoudre de résine et la fait fondre ; il protège ainsi les talus des taillis et peut pousser plus loin la morsure.

Firmin Gillot prend un brevet pour la paniconographie et publie en 1867 le procédé de morsure par immersion, perfectionnement et mise au point de l'idée de Tissier, connu sous le nom de *gillotage*.

Charles Gillot, fils de Firmin, crée en 1872 la phototypographie.

Daguerre et Niepce, en 1839, inventent la photographie.

A. Poitevin, Fox Talbot, Pretsch sont les pionniers de la photomécanique.

G. Sakow, en 1832, reconnaît que le bichromate de potasse, combiné avec des substances organiques et sans argent, est sensible à la lumière.

Poitevin imagine divers procédés, dont quelques-uns sont encore employés aujourd'hui, comme l'impression au moyen de pigments. La photolithographie et la photocollographie (1855) reposent sur ses expériences. La plus importante de ses découvertes fut l'idée de recouvrir d'encre grasse la préparation sensible après insolation et de la développer dans l'eau.

Angerer invente le procédé de gravure à sec.

En 1879, Swan fait des applications pratiques de phototypographie en demi-teintes.

En 1882, Georg Meisenbach emploie des trames lignées, dont on croisait l'orientation au cours de l'exposition.

En 1884, Angerer et Göschl n'ont plus besoin que d'une seule exposition.

En 1886, F. Ives, Américain imagine le procédé émail avec trame quadrillée.

En 1890, Max Lévy grave les trames sur verre.

2° En 1861, Maxwell découvre la décomposition de la lumière par des filtres transparents colorés.

En 1889, Vogel et Kurtz réussissent des impressions trichromes.

En 1900, Albert porte à un haut degré de perfection les impressions trichromes et celles à quatre couleurs.

3° En 1879, Karl Klie fait de l'héliogravure en taille douce avec grains de résine ; puis, vers 1900, il emploie des trames et rend possible l'impression sur presses mécaniques.

En 1910, Mertens fait de l'héliogravure sur rotative et ouvre des voies nouvelles à l'illustration des journaux et des revues.

W. Rubel et C. Herman, en Amérique, construisent indépendamment l'un de l'autre les premières machines rotatives pour le procédé Offset d'impression par report sur caoutchouc. En 1908, l'invention se répand en Allemagne.

4° En 1855, Poitevin crée la photocollographie, basée sur les découvertes de Becquerel et de Fox Talbot relatives à la gélatine bichromatée.

En 1868, Joseph Albert, de Munich, amène le procédé au point où il est encore aujourd'hui.

Tels sont les faits principaux à relever.

Conclusion. — On consultera avec fruit, en France, les publications de L.-P. Clerc, chez O. Doin et fils, éditeurs. L'historique des inventions diffère sensiblement suivant les pays ; beaucoup de tours de main sont restés secrets pendant des années ; il est extrêmement difficile, même avec le plus grand désir d'impartialité, de rendre justice à chacun des inventeurs : l'influence de chacun d'eux n'a d'ailleurs pas été la même dans les différentes contrées. La France associe les noms de Poitevin et de Lemer cier à l'utilisation de la gélatine bichromatée et celui de Dujardin à l'héliogravure artistique.

Quoi qu'il en soit, la lecture des livres français ne dispense pas de prendre connaissance du bel ouvrage de R. Russ et de ses collaborateurs (L. Englich, A. Bauer, R. Marschner, A. Rauch, P. Blut, F. Pfund), ce manuel forme une véritable encyclopédie où l'homme de métier trouvera l'exposé minutieux, raisonné et pra-

tique du procédé qui l'intéresse. Certains procédés, comme la similigravure, sont, aujourd'hui, en quelque sorte fixés, ayant subi leur plein développement ; on pratique partout le procédé à la colle émail ; mais beaucoup d'autres sont encore en pleine évolution, comme les impressions polychromes et off-set. C'est pour ces nouvelles méthodes surtout que les deux volumes de R. Russ sont une mine précieuse de renseignements.

SUR LA DISTORSION NON-LINÉAIRE DANS LES LIAISONS A GRANDE DISTANCE, (1)

par K. KÜFFMÜLLER.

Dans la transmission des courants téléphoniques ou télégraphiques, il s'agit, en général, de reproduire dans le récepteur, aussi exactement que possible, une impulsion quelconque émise par le transmetteur (fig. 1) et dont l'allure en fonction du temps est re-

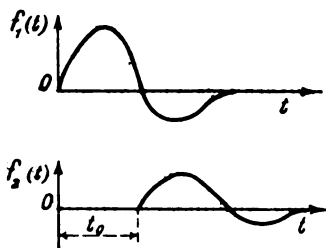


Fig. 1. — Transmission d'une impulsion.

présentée par une fonction déterminée $f_1(t)$. On dit que la transmission se fait sans distorsion si le signal reçu se déduit du signal transmis par un décalage t_0 du temps et une variation proportionnelle de l'amplitude, c'est-à-dire si :

$$f_1(t - t_0) = c f_2(t), \quad (1)$$

$f_1(t)$ étant la fonction représentant l'allure du signal reçu. t_0 est, dans ce cas, la *durée de propagation* (Laufzeit) du système de transmission ; c , son *coefficient d'affaiblissement* (Dämpfungsfaktor). Si la condition exprimée par la fonction (1) n'est pas remplie, le système présente de la distorsion. Pour étudier les causes de la distorsion, on décompose le signal en oscillations partielles simples, ou

1. Rapport présenté à la 31^e Assemblée annuelle de l'Association des électrotechniciens allemands (V.D.E.) (Wiesbaden, 1926).

composantes. Pour l'une quelconque de ces composantes (de fréquence ω), on a la relation suivante :

$$V_2 = V_1 e^{-b + j\omega t - ja}. \quad (2)$$

La quantité b désigne l'affaiblissement du système de transmission ; la quantité a , son angle de phase. La condition (1) de non-distorsion peut s'exprimer, au moyen des quantités a et b , par les relations :

$$\left. \begin{aligned} \frac{da}{d\omega} &= C^{te} = t_0, \\ b &= C^{te} = \log_e c. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

L'affaiblissement doit être constant et l'angle de phase augmenter linéairement avec la fréquence. S'il n'en est pas ainsi, on dit qu'il y a, suivant le cas, *distorsion d'affaiblissement* ou *distorsion de phase*.

Dans les liaisons à grande distance, on a éliminé dans une grande mesure la *distorsion d'affaiblissement* en employant des dispositifs particuliers dans les relais amplificateurs. La *distorsion de phase* ne se fait sentir d'une manière nuisible que dans des lignes à grande distance de plus de 1.000 kilomètres. On peut, en augmentant la fréquence critique des lignes, ou, comme pour la distorsion d'affaiblissement, en employant des dispositifs particuliers dans les stations de relais amplificateurs (compensateurs de phase), rendre inoffensive cette distorsion de phase. La *distorsion non-linéaire* constitue le troisième et dernier type des *perturbations intérieures* (1) qui interviennent dans la transmission des signaux. Elle se produit si les quantités a et b dépendent de l'amplitude V_1 . Aucun type de distorsion autre que les types cités n'est possible, ainsi que le montre l'équation (2). Si le système de transmission présente de la distorsion non-linéaire, on ne peut plus, en général, décomposer le signal à transmettre en oscillations partielles simples et considérer séparément chacune de ces composantes, car la loi de la *superposition* (Ueberlagerung) ne convient plus. Toutefois, le procédé de décomposition en oscillations sinusoïdales permet encore (surtout en ce qui

1. Causées par les organes de la chaîne de transmission eux-mêmes, par opposition aux perturbations dues à des causes extérieures, telles que l'induction ou l'influence de lignes d'énergie électrique voisines.

concerne la téléphonie) de se faire une image claire de l'effet de ce type de perturbation au point de vue de la transmission.

La distorsion non-linéaire entraîne deux types différents de perturbations. On reconnaît l'existence de cette forme de distorsion dans les cas les plus simples, lorsque, entre les tensions à l'entrée et à la sortie du système, il existe une relation de la forme :

$$V_2 = m_1 V_1 + m_2 V_1^2,$$

les quantités m_1 et m_2 ne dépendant que de la fréquence. Si, à l'entrée du système, on applique une tension sinusoïdale

$$V_1 = V_0 \sin \omega t,$$

la tension à la sortie sera :

$$V_2 = \left[1 + \frac{3}{4} \frac{m_2}{m_1} \right] V_0^2 m_1 V_0 \sin \omega t - \frac{1}{4} m_2 V_0^3 \sin 3\omega t. \quad (4)$$

S'il n'y avait pas de distorsion non-linéaire, on aurait :

$$V_2 = m_1 V_0 \sin \omega t.$$

Tout d'abord, le terme principal est multiplié par un facteur

$\left[1 + \frac{3}{4} \frac{m_2}{m_1} \right] V_0^2$, qui est fonction de l'amplitude V_0 . Comme,

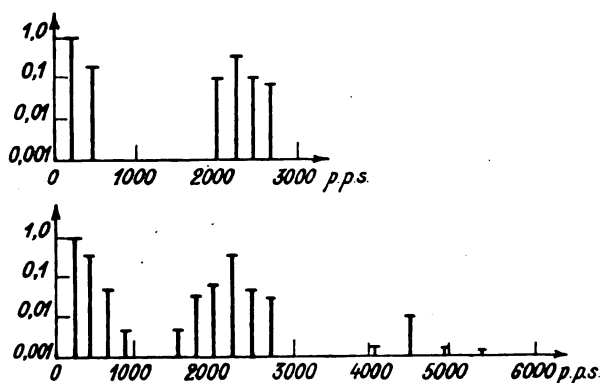


Fig. 2. — Amplitude des composantes de la voyelle *i*.

dans la plupart des cas, m_1 et m_2 dépendent de la fréquence, ce facteur variera différemment avec la fréquence, suivant les valeurs de V_0 . Si donc, pour une amplitude déterminée de la tension, on a éliminé la distorsion d'affaiblissement dans un tel système, la

distorsion non-linéaire réapparaîtra pour d'autres valeurs de l'amplitude. Il faut tenir compte de cette circonstance dans la construction des relais amplificateurs embrochés, pour lesquels on doit avoir une concordance très exacte entre les courbes de l'amplification du relais et de l'affaiblissement de la ligne en fonction de la fréquence. Le deuxième effet de la distorsion non-linéaire consiste en l'apparition de sons parasites : dans le cas précédent, l'harmonique 3. Si plusieurs oscillations sont transmises simultanément par le système considéré, il peut en résulter, en outre, de nombreux sons combinés. La figure 2 montre, à titre d'exemple, les amplitudes des composantes contenues dans la voyelle *i*, à l'entrée et à la sortie du système dont la caractéristique de transmission comprend un terme du second degré.

Dans les liaisons à grande distance, la distorsion non-linéaire provient, abstraction faite des appareils terminaux, surtout des pro-

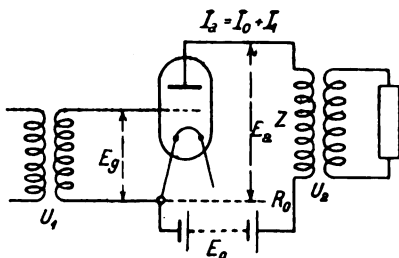


Fig. 3. — Schéma du montage d'un amplificateur.

priétés des relais amplificateurs et des bobines Pupin. En ce qui concerne la distorsion non-linéaire due aux relais amplificateurs, on peut s'en faire une idée en raisonnant de la manière suivante. Sur la figure 3, on a représenté le schéma de montage fondamental d'un amplificateur, avec les transformateurs d'entrée et de sortie U_1 et U_2 . L'intensité du courant de plaque se compose à chaque instant d'une partie continue I_0 et d'une partie alternative I_1 . Si le transformateur de sortie a une résistance (en courant continu) R_0 et une impédance en courant alternatif Z_0 (qui est, en général, une quantité réelle), on a, en se basant sur l'équation de la caractéristique des lampes, pour l'intensité I_a du courant de plaque :

$$I_a = F(E_g + DE_a). \quad (5)$$

d'où :

$$I_a = I_0 + I_1 = F(E_g + DE_0 - DI_0 R_0 - DI_1 Z). \quad (6)$$

La caractéristique dynamique du relais amplificateur, représentée par cette relation, peut être mesurée si l'on élève, comme sur la figure 4, la tension de la batterie de plaque à la valeur :

$$E'_0 = E_0 + I_0 (Z - R_0) \quad (7)$$

et si l'on remplace le transformateur de sortie par une résistance ohmique de valeur Z . D'après l'équation (5), on a, en effet, dans ce cas, représenté sur la figure 4, la relation :

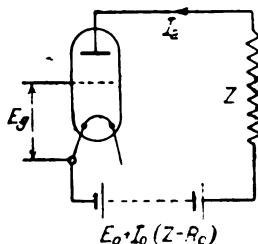


Fig. 4.

Schéma de l'amplificateur.

$$I_a = F(E_g + DE_0 - DI_0 R_0 - DI_1 Z), \quad (8)$$

qui est identique à l'équation (6). La figure 5 représente la caractéristique dynamique (obtenue de cette manière) d'une lampe allemande BO.

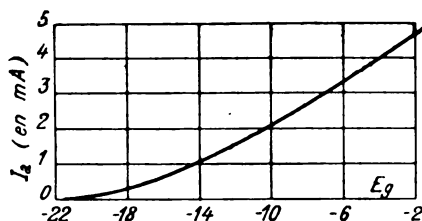


Fig. 5. — Caractéristique dynamique d'une lampe allemande BO.

mande du modèle BO. Comme les tensions (produites par les courants de conversation) appliquées à la grille des relais amplificateurs normaux pour lignes à grande distance sont comprises entre 0 V,01 et 3 volts seulement, une partie relativement petite de la caractéristique seule est à considérer, partie qui peut, avec une précision suffisante, être représentée par une parabole du second degré. Un calcul simple montre que, d'après cette hypothèse, une tension sinusoïdale d'amplitude V et de fréquence ω appliquée à la grille donne naissance à une variation de l'intensité du courant de plaque :

$$I_1 = SV \sin \omega t - \frac{1}{4} G V^2 \cos 2 \omega t. \quad (9)$$

S représente la *pente de la caractéristique dynamique* (Betriebssteilheit) de la lampe :

$$S = \frac{dI_a}{dE_g}. \quad (10)$$

La dérivée seconde

$$G = d^2 I_a / dE_g^2 \quad (11)$$

peut être appelée le *coefficient de détection* (Richtfaktor), vu son importance au point de vue des propriétés détectrices des lampes. Le rapport des harmoniques 2 (produits par la distorsion non-linéaire) à l'oscillation fondamentale est, d'après l'équation (9) :

$$\theta = \frac{\frac{1}{4} G V^2}{S V} = \frac{V G}{4 S}. \quad (12)$$

L'intensité de la perturbation est donc déterminée par le rapport G/S qu'on peut appeler le *coefficient de distorsion non-linéaire* (Klirrfaktor) ν de la lampe :

$$\nu = \frac{G}{S}. \quad (13)$$

La figure 6 représente la pente de la caractéristique dynamique S , le coefficient de détection G et le coefficient de distorsion non-

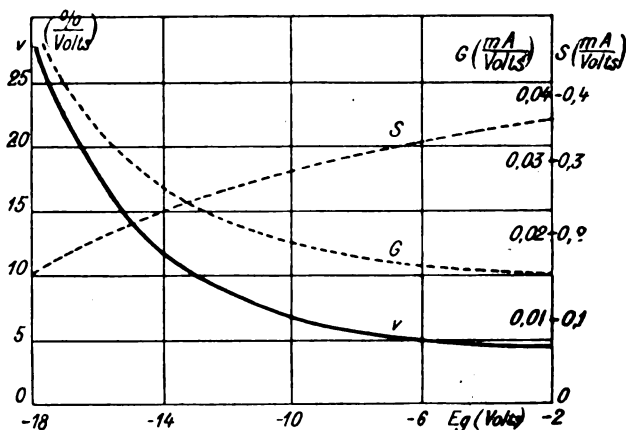


Fig. 6. — Pente de la caractéristique dynamique, coefficient de détection, coefficient de distorsion non-linéaire.

linéaire ν d'une lampe allemande du modèle BO, en fonction des différentes tensions de grille E_g . Pour une tension négative de

grille de —6 volts (tension normale), le coefficient de distorsion non-linéaire est, dans ce cas, de 5,5 % par volt ; cela signifie que, lorsqu'on applique une tension de 3 volts, il se produit un harmonique 2 dont l'amplitude vaut, d'après l'équation (12) 4 % de l'amplitude de l'oscillation fondamentale.

L'exemple de l'amplificateur montre que la distorsion de l'amplitude n'est pas nécessairement une conséquence de la distorsion non-linéaire. L'amplitude de l'oscillation amplifiée est proportionnelle à V (voy. l'équation 9) comme dans un système linéaire (c'est-à-dire comme s'il n'y avait pas de distorsion non-linéaire). L'apparition de sons parasites constitue seule le criterium de l'existence de la distorsion non-linéaire. On doit en tenir compte dans les mesures de distorsion non-linéaire. De l'équation (9) on tire, en outre, la valeur efficace de l'intensité du courant de plaque :

$$I_e = \frac{SV}{\sqrt{2}} \sqrt{1 + \theta^2}.$$

Par suite, s'il existe, par exemple, dans un système, des harmoniques d'intensité relative $\theta = 10$ %, l'écart du courant de plaque par rapport à la valeur correspondant à la loi linéaire n'est que de 0,5 %. Par conséquent, la mesure des valeurs efficaces des courants ne permet pas d'apprécier la distorsion non-linéaire.

Les conditions relatives aux lignes sont un peu plus compliquées que celles qui sont relatives aux relais amplificateurs. Si l'on envoie à travers une bobine Pupin un courant sinusoïdal, il apparaît, à la sortie de l'enroulement, une tension non-sinusoïdale. Jordan a montré que, pour les petites intensités de champ entrant en considération dans la téléphonie à grande distance, le cycle d'hystérésis peut être assimilé à deux segments de parabole. En admettant cette hypothèse, on trouve que la tension aux bornes de la bobine comprend les harmoniques de rang impair et, parmi ceux-là, surtout l'harmonique 3 de la fréquence fondamentale. A la simple réflexion, on voit que l'amplitude E de cet harmonique 3 est proportionnelle à l'intensité I du courant et au terme r_h qui correspond à l'hystérésis dans l'expression de la résistance effective :

$$E = \frac{3}{5} r_h I. \quad (14)$$

Comme r_h est également proportionnel à I ,

$$r_h = hI, \quad (15)$$

on peut encore écrire :

$$E = \frac{3}{5} h I^2. \quad (16)$$

Dans une ligne pupinisée, les effets des tensions E des harmoniques apparaissant à chaque bobine s'additionnent. Il en résulte par suite, au début de la ligne, une perturbation analogue à un effet d'écho, perturbation qui, toutefois, ne peut avoir d'action que dans les liaisons à deux fils, car les liaisons à quatre fils ne peuvent être parcourues que dans le sens de la conversation. Néanmoins, cette perturbation joue un rôle important dans les longs câbles télégraphiques sous-marins immergés en eaux profondes, dont l'exploitation en duplex est rendue impossible.

Les harmoniques 3 qui arrivent à l'extrémité des lignes se combinent dans le récepteur pour former une oscillation résultante, dont l'amplitude est, d'après un calcul simple :

$$V_e = \frac{3}{10} h \frac{V_1^2}{Z^2} \frac{n}{b} e^{-b}, \quad (17)$$

V_1 représente ici la tension appliquée à l'entrée du système, n le nombre des bobines Pupin montées sur la ligne, Z l'impédance caractéristique de cette ligne, et b son affaiblissement. Ici aussi, on peut introduire le rapport θ entre les amplitudes des harmoniques et l'amplitude de l'onde fondamentale :

$$\theta = \frac{V_e}{V_1} e^b,$$

ou :

$$\theta = \frac{3}{10} h \frac{V_1}{Z^2} \frac{n}{b}. \quad (18)$$

θ peut caractériser la distorsion non-linéaire. Si l'on pose $h = 1000$ (c'est une valeur courante, en pratique), on aura, pour une ligne en câble, de pupinisation normale, de 0^{mm},9 de diamètre, et pour une tension d'entrée de 2 volts, la valeur $\theta = 0,5 \%$, c'est-à-dire une valeur très petite. Bien entendu, il faut tenir compte ici de ce que, dans une liaison à grande distance, les tensions V_e provenant des

diverses sections d'amplification se composent. Etant donné que l'angle de phase dépend de la fréquence, il se produira, dans certaines bandes de fréquences, une addition et, dans d'autres bandes, une neutralisation entre les tensions V_e . Par conséquent, la quantité θ dépendra beaucoup de la fréquence. Pour une liaison à quatre fils, à charge normale, de 1500 kilomètres de long, cette quantité peut atteindre la valeur maximum :

$$\theta = 10 \theta = 5 \text{ } ^\circ / \text{o}.$$

On ne sait encore que relativement peu de choses en ce qui concerne l'influence de la distorsion non-linéaire sur l'efficacité de transmission. Des mesures de « netteté pour les syllabes », effectuées sur des systèmes simples, ont montré que même des pourcentages

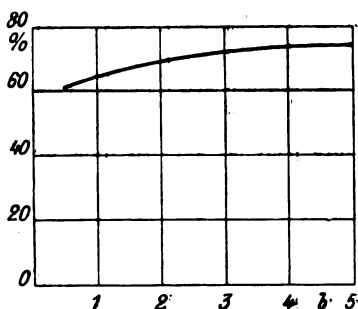


Fig. 7. — Netteté pour les syllabes à travers un amplificateur.

relativement importants de sons parasites ne nuisent pas d'une manière notable à la transmission. On a représenté, par exemple, sur la figure 7, la « netteté pour les syllabes » en fonction de l'affaiblissement b correspondant à la distorsion non-linéaire (Klirrdämpfung) d'un amplificateur. Par le terme « affaiblissement correspondant à la distorsion non-linéaire », on désigne le logarithme népérien du rapport qui existe entre l'harmonique 2, qui apparaît dans le système (par suite de la distorsion non-linéaire), et l'onde fondamentale. Même pour un affaiblissement correspondant à la distorsion de $b = 1$ (c'est-à-dire pour une valeur relative des harmoniques égale à 30 % environ), la netteté n'a diminué que de 9 %. Les choses sont analogues pour des lignes pupinisées de petite longueur.

La figure 8 représente encore la « netteté pour les syllabes » en fonction de l'affaiblissement correspondant à la distorsion non-linéaire dans un câble d'essai de 150 kilomètres de long, ayant une pulsation critique $\omega_0 = 16.000$. Il y a lieu de remarquer à ce sujet que, dans l'exploitation, il ne se présente pas de tensions supérieures à 5 volts, ni d'affaiblissements correspondant à la distorsion non-linéaire inférieurs à $b = 4$. Il est vraisemblable que les perturbations augmentent si les durées de propagation ne sont pas les mêmes pour

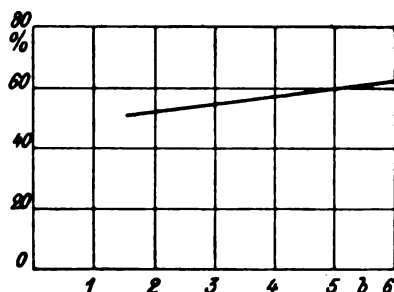


Fig. 8. — Netteté pour les syllabes dans un circuit pupinisé.

les différentes fréquences, car alors des harmoniques parasites correspondant à des sons de grande amplitude (comme, par exemple, la lettre *a*) peuvent coïncider avec des sons de faible amplitude (par exemple, des consonnes). Dans le mot « Land », par exemple, le son *n*, d'une amplitude de 30 millivolts environ, suit le son *a*, dont l'amplitude moyenne est d'environ 500 millivolts. Si l'onde fondamentale de l'*a* donne, par suite de la distorsion non-linéaire, des sons parasites de fréquences plus élevées, et dont l'amplitude est 5 % de l'amplitude de l'onde fondamentale, l'amplitude des sons parasites sera d'environ 25 millivolts. Dans le cas d'une ligne à pupinisation normale de 1000 kilomètres de long, par exemple, ces sons parasites apparaissent dans le récepteur avec un retard d'environ 20 à 30 millisecondes et recouvrent donc, en partie, le son *n*. La perturbation résultant des différentes durées de propagation, c'est-à-dire la *distorsion de phase*, est donc partiellement déterminée par l'importance de la distorsion non-linéaire. Ceci signifie que l'élimination de la distorsion non-linéaire par une construction appropriée des

dispositifs de transmission diminue en même temps les perturbations engendrées par la distorsion de phase, ce qui permet d'augmenter la portée de transmission des lignes; réciproquement, les moyens employés pour remédier à la distorsion de phase contribuent également à remédier à la distorsion non-linéaire.

LES INVENTIONS DUES A DES EMPLOYÉS. (1)

Par suite du développement de la vie industrielle et de ses besoins, des juristes ont été amenés à s'occuper de la question des inventions dues à des employés. Ils ont, à cette occasion, exposé des doctrines qui, bien qu'elles ne soient pas admises sans discussion, servent de règle pour assurer pratiquement les droits des intéressés. La thèse presque unanimement admise est que le droit à l'invention revient au patron dans le cas général où l'invention rentre dans le cadre de l'industrie exercée par lui.

La situation de principe de l'administration allemande des P.T.T. vis-à-vis des inventions de ses fonctionnaires et employés découle de la doctrine juridique exposée ci-dessus. L'administration fait une distinction entre les inventions inhérentes à la fonction et les inventions libres. Sont considérées comme inventions inhérentes à la fonction celles qui sont le résultat du travail professionnel des fonctionnaires et employés chargés du perfectionnement des installations et appareils de l'administration. On considère, au contraire, comme inventions libres les inventions des fonctionnaires et employés qui ne sont pas affectés réglementairement aux services techniques ; cependant, n'est plus considérée comme invention libre celle dont l'élaboration a été réalisée en se servant des installations et du matériel de l'administration.

La notification des inventions inhérentes à la fonction, en vue d'obtenir un brevet, est faite au nom de l'inventeur. Pour les fonctionnaires et employés du Service d'études et de recherches techniques, service où se font la plupart des inventions intéressant

1. D'après une étude de A. Schwabe parue dans *Telegraphen- und Fernsprech-Technik* (janvier 1928).

Références : H. Isay, *Patentgesetz*, 4. Auflage, Berlin 1926 ; F. Damme und R. Lutter, *Das deutsche Patentrecht*, 3. Aufl., Berlin 1925 ; *Reichsarbeitsblatt*, amtli. Teil 1923, desgl. nichtamtli. Teil 1922.

l'administration allemande des P.T.T., il est de règle que la demande de brevet et toute la procédure qui s'y rapporte ait lieu par l'intervention officielle du bureau des brevets du service précité.

L'exploitation des brevets obtenus par les fonctionnaires et employés pour celles de leurs inventions qui ne sont pas des inventions libres est abandonnée aux inventeurs, généralement sans restrictions quand il s'agit d'exploitation en pays étrangers, à moins que des raisons particulières n'amènent l'Etat à s'opposer à une exploitation à l'étranger ou que l'intérêt qu'une invention peut présenter pour l'Etat soit si important, qu'il paraisse nécessaire d'empêcher qu'un brevet ne tombe dans des mains étrangères. Dans ce cas, l'exploitation à l'étranger peut être autorisée, pourvu que l'on choisisse comme représentant du brevet une firme allemande.

L'exploitation en territoire allemand est abandonnée à l'inventeur sous réserve que l'administration des P.T.T., l'Etat, et les gouvernements des états allemands aient le droit d'utiliser l'invention sans qu'ils aient besoin d'une licence. Cette réserve doit figurer également sur le contrat qu'un inventeur passe avec une firme pour l'exploitation de son invention. Afin d'obtenir dans le plus bref délai possible l'octroi du brevet relatif aux inventions les plus utiles, l'administration se charge, sous certaines conditions, du paiement d'une partie des taxes de brevet. La taxe de dépôt, relative aux inventions inhérentes à la fonction et faite par les fonctionnaires et employés, est payée et remboursée, si on le demande, par la caisse postale. La première annuité des taxes annuelles peut également être payée par la caisse postale avec l'autorisation du ministère des Postes, car le paiement de cette taxe est l'une des conditions de la délivrance du brevet et sert à payer les frais nécessités par l'impression de ce document. Dans ce cas, et dès que l'examen préliminaire est achevé, l'inventeur doit transmettre par la voie hiérarchique une copie du certificat de dépôt d'invention, afin de permettre de juger si l'importance de l'invention justifie la prise en charge, par la caisse postale, du paiement de la taxe annuelle. L'inventeur doit, en temps opportun, remplir toutes les formalités exigées par l'office des brevets, de manière que l'examen des pièces et documents déposés permette la publication du dépôt de l'invention dans un délai de trois mois.

Il appartient à celui qui prend un brevet d'effectuer le paiement des autres taxes annuelles. Dans des cas particuliers où un désaisissement du brevet pourrait causer un préjudice à la caisse postale, l'administration, sur la demande motivée du breveté, se charge cependant encore du paiement de la deuxième annuité.

En résumé, l'administration allemande des P.T.T., tout en sauvegardant les principes des doctrines juridiques actuelles, observe, vis-à-vis des inventions dues à ses fonctionnaires et employés, une attitude toute de prévenances, puisqu'elle abandonne autant que possible aux inventeurs le droit de tirer parti des brevets qu'ils ont pris pour leurs inventions, dans la certitude qu'en agissant ainsi elle excite le zèle et l'émulation de ses agents de tout ordre en vue du perfectionnement des appareils et installations.

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Une nouvelle revue technique. — Un nouveau périodique consacré à la science des communications électriques vient de se fonder le *Przegląd teletechniczny*, organe mensuel de la Société télétechnique de Pologne, publié avec subvention du ministère polonais des postes et télégraphes. Rédaction et administration : plac Napoleona 10, à Varsovie. Abonnement : 25 zlotys par an.

Voici le sommaire du premier numéro (mars 1928) : St. Zuchmantowicz, *Les câbles téléphoniques à grande distance* ; Al. Olendski, *Les principes de construction des réseaux téléphoniques urbains* ; W. Niemirowski, *Les bureaux centraux interurbains* ; I. Niepolomski, *Société télétechnique* ; K. Zajdler, *La construction de la station centrale téléphonique et télégraphique de Varsovie* ; A. Lisicki, *La ligne télégraphique indo-européenne* ; REVUE TÉLÉTECHNIQUE.

Tous nos meilleurs vœux à notre nouveau confrère.

Diffraction d'un faisceau d'électrons (*Journal of the A.I.E. E.*, février 1928). — Des expériences, exécutées dans les laboratoires Bell de New-York, ont mis en lumière ce fait qu'un faisceau mobile d'électrons participe, en quelque sorte, de la nature du mouvement ondulatoire. L'étude qu'en ont faite MM. C. J. Davisson et L. G. Germer montre que, lorsque les électrons sont réfléchis par un simple cristal de nickel, ils se dispersent dans des directions déterminées, d'une manière analogue à la dispersion d'un faisceau de rayons X par un cristal.

• La dispersion des rayons X par un cristal se traduit par la production de faisceaux très dispersés dans certaines directions, dit M. Davisson, et ce phénomène a toujours été expliqué par l'hypothèse que les rayons X sont le résultat d'une perturbation d'ondes électromagnétiques de même nature que les ondes radioélectriques et la lumière visible. Nos expériences montrent qu'un faisceau d'électrons produit

ces mêmes effets. Il semble qu'on peut en inférer qu'il y a, dans ces phénomènes, une sorte de mouvement ondulatoire associé au mouvement d'un faisceau d'électrons. »

Les expériences ont prouvé que la longueur d'onde du faisceau d'électrons qu'on a trouvée était exactement la même que celle qui est prévue par la théorie des quanta, telle qu'elle a été développée par L. de Broglie, E. Schrödinger et d'autres savants. Cette longueur d'onde est numériquement égale à la constante d'action de Planck

divisée par le moment de l'électron.

En décrivant la méthode expérimentale, M. Davisson explique que la source d'électrons était un filament chauffé répondant exactement aux conditions réalisées dans les tubes radiothermioniques ordinaires. Ceux-ci étaient accélérés par une tension de grille positive qu'on pouvait faire varier à volonté. Les tensions employées allaient de 50 à 375 volts. Le faisceau d'électrons était dirigé sur un cristal de nickel, et un certain nombre d'électrons étaient absorbés par le cristal.

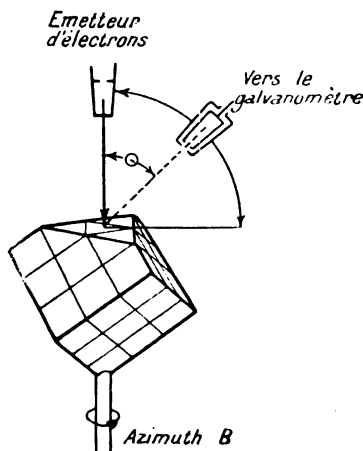


Fig. 1.

D'autres électrons étaient dispersés en arrière par la surface du cristal. Parmi ces électrons dispersés en arrière, un certain nombre se propagent en arrière sans avoir subi de réduction de vitesse. Un minuscule dispositif collecteur était installé de manière à pouvoir être placé dans des positions différentes en face du cristal, afin de permettre de trouver combien d'électrons étaient dispersés dans les diverses directions sans perte de vitesse.

« L'attitude observée par les physiciens au sujet des électrons, déclara l'orateur, a quelque chose d'analogue à celle qu'ils eurent en face du dilemme qui se posa à leur esprit à propos de la théorie de la lumière. Pendant de nombreuses années tous les phénomènes lumineux purent être expliqués en les assimilant tout simplement à un mouvement ondulatoire. Puis la théorie des quanta, développée

par Planck, Einstein et A.H. Compton, montra que la diffusion devait être considérée comme un phénomène en quelque sorte corpusculaire. De même, pendant longtemps, on a cru que les électrons étaient de simples corpuscules d'électricité négative. Mais, à présent, les progrès récents de la théorie des quanta, confirmés par nos propres expériences,

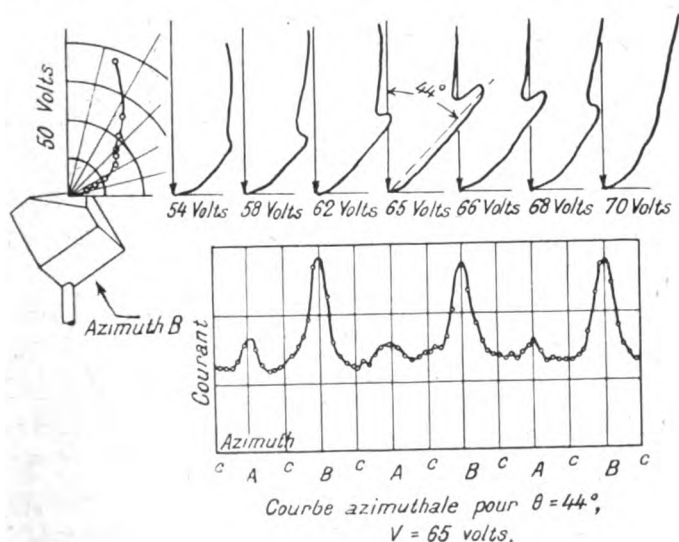


Fig. 2.

montrent que les électrons contiennent un élément présentant une certaine analogie avec les ondes. »

Un compte rendu de ces expériences a paru dans le numéro de décembre 1927 de la *Physical Review* et dans celui de janvier 1928 du *Bell system Technical Journal*.

La figure 1 montre le dispositif employé pour faire subir au courant d'électrons une réflexion sur le nickel, ainsi que le collecteur pouvant tourner autour du point d'incidence, en vue de permettre de mesurer le nombre des électrons dispersés dans des directions différentes. La figure 2 représente une série type de courbes expérimentales montrant le développement graduel d'un éperon d'électrons diffractés à 50° et 54 volts. Les courbes de puissance montrent comment ce faisceau diffracté dépend de l'azimuth du collecteur relativement aux axes de la structure du cristal.

La traversée aérienne de l'Atlantique nord : CHAPITRE III, ETUDE DES MÉTHODES ET MOYENS DE NAVIGATION : C. La T.S.F. (P. FRANCK ET V. CHALAMAND, *Bulletin technique du Service technique et industriel de l'aéronautique*, n° 44 [décembre 1927]). — Nous envisagerons la T.S.F. comme moyen de navigation proprement dit, c'est-à-dire que nous examinerons comment elle peut donner à l'avion sa position, les éléments de sa route ; nous verrons aussi tous les services que peuvent rendre les communications qu'elle permet d'établir.

Reportons-nous à la carte n° 4 (1). Les stations qui communiquent avec les bateaux y sont portées en noir. La limite de réception de quelques-unes d'entre elles y est indiquée en traits et points. Les radiogoniomètres côtiers sont figurés en rouge.

L'avion emportera à bord un poste de portée relativement faible pour ne pas se surcharger. Admettons qu'il pèsera 75 kg et que sa puissance (alimentation) sera 200 watts. Il pourra être entendu en mer par un récepteur moyen à 800 km environ, et un bon radiogoniomètre pourra lui donner un relèvement à 500 km environ.

Ainsi, il pourra recevoir des communications de terre pendant une grande partie de sa route ; il ne pourra être reçu de terre qu'au départ et à l'arrivée ; de même, les radiogoniomètres côtiers ne lui donnent de relèvements qu'au départ et à l'arrivée. En cours de route, il n'échangera de communications qu'avec des bateaux, et seuls ceux qui ont un radiogoniomètre lui donneront des indications précises sur sa position.

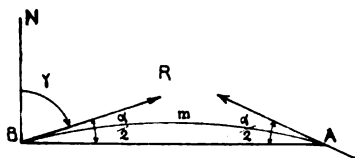
Sauf sur la route des transatlantiques, on ne peut compter naviguer d'un bout à l'autre de la route par radiogoniométrie si l'on n'a pas de radiogoniomètre à bord. Mais on est sûr d'avoir des relèvements par T.S.F. dès qu'on approche des côtes, et c'est là un point essentiel. Un navigateur égaré finira par obtenir des relèvements et retrouvera sa route.

Il utilisera ces relèvements, absolument comme il utilise les relèvements faits au taximètre.

Mais il n'est pas toujours facile de les reporter sur la carte de

1. Non reproduite.

Mercator sans commettre d'erreur. En effet, quand, en un point B, on fait un relèvement γ sur un radiogoniomètre situé en A (fig.), ce que l'on mesure, c'est l'angle de la tangente BR à l'orthodromie



AB au point B. Cette tangente fait sur la carte de Mercator un angle $\alpha/2$ avec la droite AB.

Cet angle est donné par la formule :

$$\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2} m \operatorname{tg} \varphi_m \sin A,$$

où m est la longueur de l'orthodromie AB, φ_m la latitude moyenne, A l'azimut de AB. Sur les routes considérées, φ_m est de l'ordre de 45° . Pour les relèvements faits vers l'est ou l'ouest (cas du départ ou de l'arrivée), l'angle $\alpha/2$ est de l'ordre de 1° pour une distance AB égale à 100 milles. Il peut donc devenir assez important pour qu'il y ait lieu d'en tenir compte.

M. Favé a construit un abaque, porté sur un calque, qui, placé sur la carte de Mercator, permet de tracer une orthodromie entre deux points, ou de tracer l'orthodromie qui part d'un point sous un angle donné. Mais il est pratiquement impossible d'utiliser ce procédé en avion. Les Américains ont établi des courbes qui permettent, étant donné l'angle γ , la latitude de B et la distance m , de trouver $\gamma + \frac{\alpha}{2}$. Leur emploi est un peu compliqué pour que l'on s'en serve en avion.

Il sera plus facile de se faire à l'avance un tableau donnant, à la latitude de 45° , les angles $\alpha/2$ en fonction de la distance m et de l'azimut. La précision des relèvements sera, sauf cas exceptionnel, supérieure à 3° , ce qui, à la limite de portée que nous avons admise (500 km), donne une erreur de position de 21 km; c'est une erreur encore très admissible, qui diminuera à mesure qu'on sera plus près des sta-

tions, pour devenir très faible à proximité des radiogoniomètres.

Au départ, il y aura donc intérêt à faire des mesures dès qu'on quittera les côtes, car les erreurs de position faibles qu'on fait alors permettront de bien déterminer les éléments de la navigation. On continuera ensuite à demander des mesures fréquentes aux radiogoniomètres jusqu'à la limite de portée. La comparaison des mesures successives entre elles et avec les résultats des mesures faites à la vue ou au sextant permettra d'éliminer les plus fortes erreurs et, par conséquent, de s'engager sur l'océan dans les meilleures conditions possibles. A l'arrivée, l'avion aura un renseignement très intéressant si des radiogoniomètres côtiers lui donnent, à 500 kilomètres, sa position à 21 kilomètres près. Se rapprochant ensuite, il l'aura avec une précision de plus en plus grande, jusqu'à la retrouver avec une exactitude pratiquement complète à son arrivée sur les côtes. Chaque fois que l'appareil se trouvera dans le rayon d'action d'un bateau muni d'un radiogoniomètre, il opérera de même.

La navigation serait encore bien meilleure si l'avion avait un radiogoniomètre à bord. Car il pourrait alors se repérer sur n'importe quel émetteur. L'écoute des grandes stations européennes et américaines lui permettrait de prendre des relèvements pendant toute la traversée. Il pourrait en avoir aussi sur les émetteurs de T.S.F. de tous les bateaux qu'il rencontrerait. Une question, toutefois, se poserait : celle de savoir quelle précision il obtiendrait dans ses relèvements à très grande distance sur les stations puissantes. Les mesures faites à terre dans ces conditions donnent des erreurs considérables à certaines heures du jour. Il n'est pas certain qu'on les retrouve en avion au dessus de la mer. Une expérimentation spéciale sera nécessaire pour le savoir. Si elle montre que ces erreurs sont admissibles, l'emploi du radiogoniomètre à bord pourrait transformer complètement la navigation par le procédé suivant.

Un inventeur français, M. Busignies, a établi ce qu'il appelle une boussole hertzienne. Cet appareil est un radiogoniomètre muni d'un dispositif spécial, grâce auquel une aiguille indique sur un cadran l'angle de l'axe de l'avion avec la direction de l'émetteur. Si ce cadran est devant le pilote, et si l'émetteur est au point d'arrivée, le pilote, en maintenant l'aiguille au zéro, gardera toujours son cap sur le point

d'arrivée. Il fera donc une navigation parfaite par dérive nulle. S'il y a de la dérive à droite ou à gauche, il lui suffira de maintenir sur le cadran l'angle correspondant à cette dérive pour que l'avion suive l'orthodromie qui le réunit au point d'arrivée. Si l'on ne peut connaître la dérive à la vue, des mesures faites avec le goniomètre sur deux autres émetteurs, et rapportées à la première, donneront, par segments capables des angles trouvés, les positions successives de l'avion et, par conséquent, la dérive. (Il faudra, là encore, dans la construction, tenir compte de l'écart $\alpha/2$ entre l'orthodromie et la loxodromie.)

Cette méthode revient donc à remplacer à chaque instant, comme axe de référence, le nord magnétique par l'orthodromie qui joint la position de l'avion au point d'arrivée. Les avantages en sont les suivants.

Quelles que soient les erreurs faites, on aboutit toujours au point d'arrivée et leur seule conséquence est d'allonger le trajet. Il n'y a plus à tenir compte de la déclinaison, à calculer le cap géographique ; les seules données de navigation sont la dérive et la vitesse. Il y a donc là une grande simplification dans les calculs. Malheureusement, ces procédés ne sont pas encore au point et leur étude n'est pas parfaite en vol. On peut néanmoins espérer les utiliser dans un avenir assez prochain.

Les communications T.S.F. faciliteront aussi la navigation. Un bateau aperçu au loin pourra donner sa position, sa route et sa vitesse. Nous avons vu comment l'avion, sans se dérouter, tirera parti de ces renseignements. Les messages reçus pourront faire modifier au navigateur sa route, car les avertissements météorologiques lui indiqueront qu'il y a dans telle région de la neige ou du brouillard, un vent plus ou moins favorable. Enfin, quand les services météorologiques auront amélioré leur réseau, il sera peut-être possible d'avoir, sur les vents en altitude, des renseignements qui permettront de naviguer à la hauteur la plus favorable.

Ces nombreux services que rend la T.S.F. imposent son emploi à tout avion multiplace qui traversera l'Atlantique, que ce soit un avion de raid ou un avion commercial. C'est un moyen qui ne lui fera jamais défaut s'il a des appareils robustes : pluie, brouillard, tempête n'influent pas sur son fonctionnement. Et tout est là dans cette

traversée où, comme nous l'avons vu, les chances de beau temps ininterrompu d'un bout à l'autre sont infimes. L'expérience en a d'ailleurs été faite, car, si Lindberg et Chamberlin ont eu la chance de réussir leur traversée sans être sensiblement dérivés, Byrd se serait sans doute perdu sans la T.S.F.. Il a fait des mesures de dérives chaque fois qu'il a pu ; il a chaque fois trouvé des résultats très différents, lui montrant dans quelle atmosphère tourmentée il se déplaçait. Heureusement pour lui, plusieurs bateaux lui ont donné des relèvements, et ceux-ci ont été les seuls renseignements sûrs qu'il ait eus pendant sa traversée.

Service du départ des objets recommandés assuré par un seul agent (THIEL, *Verkehrs- und Betriebswissenschaft*, 29 octobre 1927). — On peut, au sujet de la statistique de rendement de la fin de l'automne de 1925, professer, en bien des points, des opinions différentes. On ne peut cependant contester que cette importante vérification a mis en relief le fonctionnement des services d'exploitation et le rapport qui existe entre les heures de grand trafic et le personnel qu'elles exigent. De cette mesure, on n'attendait qu'un résultat économique ; elle a, en plus, contribué à détruire certains vieux principes de sécurité dans l'exploitation et conduit à examiner la simplification du service des objets recommandés.

Dans le rapport annexé à la statistique de rendement, la direction des services postaux avait suggéré, en dépit de la réglementation en vigueur, la confection, par un seul agent, de la dépêche des objets recommandés. Par ses chiffres, cette statistique a confirmé un fait déjà vérifié par l'expérience : les employés témoins, collaborant avec l'agent responsable, ne sont pas, dans la plupart des cas, occupés en permanence.

Pendant que l'agent responsable prend en charge les envois, les vérifie et les répartit, l'employé témoin demeure inactif. Il doit se trouver à sa place ; mais il n'a rien à vérifier et les travaux accessoires qui peuvent lui être confiés ne sont, plus ou moins, que des besognes accidentelles. En revanche, l'agent responsable doit surveiller son collaborateur quand ce dernier lui apporte son concours.

Pour qui connaît bien un important service de départ, il est évident que cette surveillance est purement théorique, soit que l'agent responsable, pris par son propre travail, ne puisse l'exercer, soit qu'il ait placé sa confiance dans son collaborateur.

A l'objection que la suppression du témoin pourrait aggraver les risques de soustraction, on peut répondre que la sûreté des envois se fonde moins sur des mesures de précaution que sur un emploi aussi restreint que possible de personnel, ce qui permet de délimiter plus aisément les responsabilités. Car, si la suppression de l'employé témoin provoquait la perte d'une ou plusieurs lettres recommandées, il n'en resterait pas moins que la recherche des responsables, portant sur un personnel plus restreint, serait plus facile.

D'autre part, il faudrait que le nombre des objets perdus devînt considérable pour que le montant des indemnités exigées dépassât les frais de personnel économisés par la suppression de l'employé témoin.

Il était à considérer encore que le témoin, plus jeune, moins bien rémunéré que l'agent responsable, se trouvait, par sa situation pécuniaire, plus exposé à commettre des infractions. Ceci a également été confirmé par l'expérience dans les bureaux de départ où aucune soustraction n'a encore été relevée à la charge des agents responsables, tandis que des employés témoins ont, bien des fois, été incriminés.

Les doutes au sujet des erreurs de comptage subsistaient, assurément ; toutefois, ils ne pouvaient entrer sérieusement en ligne de compte. Même lorsque le service est assuré par deux agents, ces erreurs ne sont pas exceptionnelles, soit dans les bureaux où l'on traite plusieurs centaines de lettres recommandées (bureaux qui font l'objet de cette étude), soit dans ceux qui en traitent un nombre relativement moins élevé.

Dans les services de départ importants, ces erreurs sont excusables, en raison de la hâte qui préside, au dernier moment, à la fermeture des dépêches ; et, en admettant qu'elles devinssent plus fréquentes, elles en constitueraient pas néanmoins un danger, les dépêches formées par un seul agent étant, à l'ouverture, soumises à un double contrôle. Les erreurs sont signalées au bureau d'origine, qui en prend note, et, de cette façon, on peut exercer une surveillance sur l'agent

du départ au double point de vue de la confiance qu'il mérite et des qualités professionnelles qu'il possède.

Le bureau de départ de Berlin a deux services de lettres recommandées fonctionnant dans deux salles séparées. Le premier travaille les envois qui lui parviennent ou qui y sont déposés à destination du bureau de Berlin C.2 (ville et banlieue) ; le second travaille les objets à destination de Berlin C.2 (transit). Environ 40.000 objets recommandés passent journellement dans le service local, et 10.000 dans le service de transit.

Pour l'essai de confection des dépêches des lettres recommandées par un seul agent, ce fut le service local qui fut choisi. En dépit d'un plus grand trafic, les conditions y étaient meilleures qu'au service de transit, où, depuis plusieurs années, on ne fait plus de balance.

Les huit services d'arrivée (deux pour l'étranger, six pour l'intérieur) qui comprennent naturellement des employés témoins dépouillent règlementairement les dépêches et répartissent les lettres entre les neuf services de départ. Ceux-ci sont protégés par un grillage dressé en face du dos des tables de dépouillement, dont ils sont séparés par un couloir. Les neuf cases des tables de dépouillement, correspondant aux neufs services de départ, sont munies, d'un côté, de panneaux que l'on peut rabattre et fixer par une fermeture à clé. Dans chaque meuble, les panneaux sont pourvus de serrures différentes ; mais la même clé peut ouvrir les serrures de panneaux de même numéro dans les divers meubles. L'employé du service de départ n° 1, par exemple, n'a donc que la clé correspondante aux casiers 1 des huit tables. Il retire de ces casiers les objets qui y ont été déposés en vrac par l'agent du dépouillement, et, sans les dénombrer, les jette dans un panier ; ensuite, il referme les casiers.

Le fonctionnement de la section locale a été également soumis à l'expérience parce que, dans ce service, toutes les dépêches transportées par le même courrier sont confectionnées dans le même laps de temps et que leur contenu, important sans doute, ne comprend cependant qu'un nombre relativement restreint d'objets.

Le ministère accepta la suggestion et prescrivit qu'un essai fût fait au bureau de tri avec un seul agent. Il autorisa également les directions régionales des Postes à tenter une expérience analogue

partout où il apparaissait qu'un avantage pour le service ou une économie de personnel pouvait en résulter.

Il devient donc intéressant de suivre les expériences de cette innovation.

L'essai commença vers le milieu de novembre 1926. Depuis cette date, les agents du service de départ local des objets recommandés comptent seuls les objets, confectionnent seuls les liasses et les dépêches, et ferment également seuls les sacs. Les aides ne sont appelés que pour le transport des dépêches dont la confection est terminée. Les agents se sont mis sans difficulté au courant de cette méthode. La suppression de leur attribution de surveillance à l'égard du second employé et le sentiment d'une sécurité plus grande ont, sans nul doute, facilité leur adaptation. Le travail supplémentaire leur incombant par suite de la suppression du second employé a été assuré, dans la généralité des cas, par une préparation convenable de la formation des dépêches. Et actuellement, la confection des dépêches volumineuses mêmes peut être effectuée en temps utile à l'aide d'un travail préparatoire. On n'a plus, au moment de la fermeture, qu'à dénombrer les envois reçus en dernière heure, faire la balance et procéder à la mise en sac. Dans l'ancienne méthode, le second employé commençait alors à compter les objets. Le résultat qu'il obtenait était-il, d'ailleurs, différent de celui obtenu par son collègue, il y avait lieu, si l'heure le permettait, de procéder à un nouveau dénombrement fait en commun. Si le temps faisait défaut, on tenait pour exact le compte de l'agent responsable, afin que la dépêche fût prête au moment opportun.

La nouvelle méthode a d'abord donné comme résultat une réduction très avantageuse de la durée de fermeture et la confection des sacs en temps utile, avec toutes les mesures de garantie.

Le deuxième avantage, remarquablement appréciable au point de vue budgétaire, réside dans l'économie sensible réalisée en personnel employé. La crainte que l'on avait d'une augmentation du nombre des pertes consécutive à la suppression du témoin ne s'est pas justifiée. Tout au contraire, une amélioration notable a été constatée à cet égard. Alors que, par exemple, dans la période comprise entre les mois de janvier 1925 et d'avril 1926, on avait, d'après les réclamations reçues, relevé 82 pertes sur 4 millions d'objets recommandés manipulés au

service de transit, on n'a, pour la période correspondante de 1927, que 51 pertes à déplorer, après la mise en vigueur du nouveau système. Cette diminution a réfuté l'opinion relative à l'insécurité que pouvait présenter la méthode simplifiée.

Si, *a priori*, on a admis que, par la suppression du témoin, les erreurs de dénombrement seraient plus fréquentes (et cette présomption a été vérifiée par l'expérience), le total de ces erreurs, cependant, a été moins élevé qu'on ne l'attendait. Le nombre de procès-verbaux établis pour compte inexact au service du départ est passé de 70 à 115 en un mois. Mais, si l'on considère que notre service local expédie mensuellement 34.020 dépêches d'objets recommandés, le pourcentage des erreurs est de 0,33 %, soit 3 erreurs sur 1.000 dépêches, chiffre qui n'est nullement exagéré, étant donné l'importance du service.

Le résultat très favorable obtenu dans le service local a amené le bureau de ~~tri~~ à envisager l'introduction de cette méthode simplifiée dans le service de transit des lettres recommandées. Dans ce dernier service, on établissait encore des balances, et la remise des objets entre les agents du dépouillement et ceux du départ donnait lieu à un décompte contradictoire. Il fut rapidement constaté que, dans cette organisation, l'agent du service de départ était réellement trop pris par les tâches qu'il devait assurer : dénombrement des envois, décharge des objets reçus et établissement de la balance. Dans ces conditions, le second employé restait indispensable, particulièrement au moment de la fermeture des dépêches. Un autre inconvénient résultait de la dépendance de l'agent du départ par rapport à l'agent du service de dépouillement qui lui présentait ses registres, accompagnés parfois, et surtout après l'arrivée des dépêches, d'un grand nombre de lettres. Ainsi, aux pauses inutilisables succédaient des heures chargées où, par suite des décomptes contradictoires à effectuer en dernière heure, l'agent du départ ne pouvait plus suffire seul aux nécessités du service.

C'est pourquoi on a également introduit, dans le service de transit des lettres recommandées, la méthode qui n'utilise pas l'établissement de la balance et, comme conséquence des innovations apportées au service local des lettres recommandées, on a aménagé, dans les services de dépouillement, de nouvelles places de travail et installé des casiers à serrures correspondant à la disposition du service local.

Dans un service de moindre importance, trois groupes de six casiers suffisent.

Tenant compte de l'expérience acquise au service local, on a, lors de cette installation, apporté des améliorations concernant l'étendue de la place réservée à l'agent responsable et la sécurité que cette dernière présente. On a également amélioré la liaison entre l'agent du service de dépouillement et l'employé qui lui est adjoint.

Afin de faciliter à l'agent du service de départ le vidage des casiers, on a modifié le mode de fixation des panneaux, qui peuvent actuellement être maintenus relevés à l'aide d'un ressort.

La suppression des balances et des décomptes donnant lieu à décharge étant réalisée, la nouvelle méthode de la confection des dépêches de lettres recommandées par un seul agent a pu être appliquée au service de transit dès le 1^{er} juin 1927. Ici encore, elle s'est révélée aussi efficace que dans le service local. Elle a eu pour résultats une économie sensible en personnel, une réduction du temps de clôture, ainsi qu'une diminution du nombre des pertes.

Par ailleurs, les erreurs de comptage se sont également accrues dans ce service, ce qui n'est pas d'une très grande importance.

En résumé, l'essai tenté au bureau de tri s'est révélé satisfaisant ; il n'a présenté que des avantages pour l'exploitation, en permettant une économie de personnel. On ne saurait qu'en recommander l'expérience dans d'autres bureaux.

La confection, en Allemagne, des indicateurs des chemins de fer et des indicateurs de tri (*Verkehrs- und Betriebswissenschaft*, 5 mars 1927). — On connaît peu et on n'apprécie guère le travail qui consiste à rassembler les renseignements nécessaires à la confection des indicateurs des chemins de fer et des indicateurs de tri. Cette tâche incombe, en Allemagne, au Service des indicateurs, du ministère des Postes.

On ne manque pas de se demander pourquoi l'administration des postes édite l'indicateur officiel des chemins de fer. C'est là, en effet, un travail qui paraît intéresser surtout l'administration des chemins de fer. Les causes sont d'ordre historique. Les premiers moyens de transport, tels que les malles-poste, les courriers et les

services spéciaux de transport, furent mis à la disposition du public par l'administration des postes, qui expédiait également les lettres et les colis par ces services. En l'absence d'un service centralisateur des chemins de fer, le soin de faire paraître l'indicateur des chemins de fer incombait au ministère des postes, appelé jadis « Département des postes de l'empire ».

On utilise aujourd'hui, pour l'établissement des tableaux indicateurs, les documents suivants :

1° le procès-verbal de la conférence européenne pour l'établissement des indicateurs de chemins de fer ;

2° les décrets d'approbation de l'administration supérieure des chemins de fer ;

3° les projets des indicateurs élaborés par les directions des chemins de fer et les autres entreprises de transport ;

4° les relevés justificatifs et les documents se rapportant aux projets pour l'établissement des indicateurs.

A la conférence européenne pour l'établissement des indicateurs, qui siège maintenant de nouveau chaque année à la mi-octobre et à laquelle participent les représentants de toutes les administrations des chemins de fer de l'Europe ainsi que ceux des plus grandes compagnies de navigation et des entreprises de transport (récemment l'aviation s'y est associée), on traite des relations internationales et l'on organise les voies de communication. Si les représentants ne s'entendent pas sur la création de nouvelles voies ou sur les changements à faire dans les relations existantes, la conférence renvoie les questions en litige à une conférence spéciale. D'après le procès-verbal de la conférence européenne pour l'établissement des indicateurs, le Service des indicateurs rassemble les données pour préparer la nouvelle édition. Les nouvelles voies de communication et les correspondances des différentes lignes sont alors établies.

A la mi-février, le Service des indicateurs reçoit, de l'administration supérieure des chemins de fer, les décrets d'approbation qui se rapportent au rendement kilométrique imposé aux directions des chemins de fer. D'après ces documents, on peut se rendre compte des modifications que les directions apporteront à leurs projets d'horaires, en ce qui concerne la création de nouveaux trains ou le changement

de leur itinéraire. Rappelons à cette occasion qu'il suffit du changement des heures d'un seul express pour qu'une répercussion se produise sur les heures des trains desservant la correspondance et que l'on soit obligé de modifier l'horaire de plusieurs lignes.

Les premiers projets des horaires d'été parviennent à ce service vers la mi-mars. Ils ne contiennent, en général, étant donné que ces parcours directs ont leur répercussion sur de nombreuses directions, que des renseignements fragmentaires.

Pour obtenir un plan d'ensemble, on se sert des renseignements figurant sur les différents indicateurs ; et l'on établit, par ce moyen, aux points extrêmes du parcours ainsi qu'à ses points de jonction, d'importantes correspondances.

Les horaires provisoires établis d'après les premiers projets sont adressés à l'imprimerie nationale aux fins d'impression. Ultérieurement, après la réception de nouveaux projets, ils sont remaniés une deuxième et une troisième fois. Les directions des chemins de fer reçoivent des exemplaires des horaires provisoires. Elles les vérifient, et les complètent en y portant les trains directs de voyageurs et en indiquant les trains avec wagons-lits et wagons-restaurants. Les exemplaires de ces horaires adressés aux directions régionales des postes y font l'objet d'une étude au point de vue du service ambulant. La mise au point des correspondances entre les trains est une étude très longue, qui n'aboutit qu'à la suite de calculs fort compliqués. Il faut que l'on tienne compte des répercussions apportées en maint endroit par les modifications intervenues dans l'horaire d'une ligne importante. Ce n'est qu'à la fin d'avril que les services de l'administration des chemins de fer mettent les horaires définitivement au point. Souvent, des modifications dans la marche des trains interviennent quelques jours encore avant l'entrée en vigueur de l'horaire. On se rend facilement compte que, pendant les huit semaines qui précèdent la publication de la nouvelle édition, les agents du Service des indicateurs sont tenus de se dépenser énormément. Ce n'est que lorsque le projet définitif est arrêté et prêt à être envoyé à l'imprimerie nationale, que les agents du service peuvent s'accorder des moments de loisir.

La collaboration du Service des indicateurs et de l'imprimerie nationale est forcément très étroite. Tout arrêt dans l'un des services

a sa répercussion immédiate dans l'autre. L'imprimerie nationale dispose, pour l'impression de l'indicateur, d'une équipe d'agents expérimentés. Pour effectuer ce travail minutieux dans le délai minimum, on emploie de 60 à 100 compositeurs, zélés et expérimentés. Mais l'indicateur des chemins de fer contient, outre les horaires des chemins de fer, un grand nombre de plans, de relevés et de tableaux indicateurs qui sont sujets à des changements et qu'il y a lieu de modifier et de compléter. Il donne, par exemple, la nomenclature des gares, des aéroports, des escales des paquebots, la nomenclature des haltes des services automobiles, le code télégraphique international des hôtels pour retenir des chambres, les frais de transport des colis, le tarif des bagages, la nomenclature des localités possédant plusieurs gares ou un embarcadère, le tableau indicateur des communications les plus rapides entre Berlin et les villes les plus importantes d'Europe avec le prix des places, les lignes maritimes, les lignes de chemins de fer d'intérêt local, les lignes de services automobiles, les voies de communications directes, des renseignements sur les wagons-restaurants et les wagons-lits... Étant donné que les indications portées sur ces tableaux et ces nomenclatures dépendent des horaires établis par les administrations des chemins de fer, on peut se rendre compte avec quel retard ces renseignements parviennent au Service des indicateurs et quelle doit être l'intensité du travail effectué par les agents de ce service pendant les quelques semaines qui précèdent l'entrée en vigueur des indicateurs. Seul, un personnel connaissant parfaitement la carte des communications mondiales et témoignant d'un zèle professionnel peut faire face aux obligations de cette tâche, car, pour terminer l'indicateur des chemins de fer à temps, le personnel est tenu de faire de nombreuses heures supplémentaires, qui exigent un effort physique et intellectuel très considérable.

Lorsque l'indicateur des chemins de fer est enfin établi, le service s'attaque au travail de préparation des trois indicateurs de tri. On sait que les tableaux des horaires des trains et les nomenclatures de l'indicateur des chemins de fer servent de base à l'établissement des indicateurs de tri. Ces horaires, qui sont employés dans le service des postes, portent des surcharges en rouge, de sorte qu'il suffit d'un coup

d'œil sur l'horaire pour se rendre compte s'il existe un échange postal à un arrêt quelconque.

Ceci explique pourquoi on adresse aux directions régionales et aux bureaux ambulants, aux fins de rectification, les exemplaires des premiers horaires provisoires, établis par les administrations des chemins de fer. Ces services postaux vérifient les horaires, les adaptent aux exigences du service dans leur ressort, biffent la surcharge rouge pour la remplacer par une verte, ou soulignent en rouge une indication. Ces annotations indiquent qu'à tel train ou à tel arrêt il y aura dorénavant un échange de correspondances ou que cet échange n'aura pas lieu. On opère de la même façon en ce qui concerne les horaires des chemins de fer d'intérêt local et les horaires des services automobiles. Les relations postales par voie de terre, dont l'itinéraire dépend en somme des horaires des chemins de fer, donnent beaucoup de peine au Service des indicateurs. Les tableaux de ces communications postales parviennent très tard au service et ne permettent plus, de ce fait, à ce dernier d'établir les indicateurs de tri en temps voulu. Il est évident qu'il faut connaître exactement tous les signes conventionnels pour pouvoir compiler utilement les indicateurs de tri. Les directions régionales et les bureaux ambulants renvoient par retour du courrier au Service des indicateurs les horaires provisoires rectifiés. Ultérieurement, si des rectifications à faire sur les horaires ou sur les nomenclatures deviennent nécessaires, on peut les signaler au Service des indicateurs. Celui-ci reporte sur l'horaire général les rectifications portées sur les horaires provisoires. Lorsqu'il constate, en effectuant ce travail, qu'il y a des erreurs, il intervient près des services en cause en vue de rectifications. Les rectifications doivent être faites d'une façon précise et sans équivoque, et les rectifications nécessaires doivent être signalées le plus vite possible au Service des indicateurs, car la publication à temps des indicateurs de tri dépend aussi de ce soin.

INFORMATIONS.

Poste aérienne. — Le premier courrier aérien en provenance de l'Amérique du sud pour l'Europe est parvenu à Toulouse le 14 mars à 1^h25 du matin. Il comprenait quarante-deux dépêches : vingt-cinq pour la France et dix-sept pour les pays d'Europe. Le bureau de Toulouse-gare a réexpédié vingt-et-une de ces dépêches par les premiers trains du matin. Vingt-et-une autres, dont quatre pour Paris, ont été remises à un avion spécial, parti de l'aéroport de Montaudran à 6 heures, et arrivé à l'aérodrome d'Orly à 12^h15, d'où elles ont été transportées par automobile au bureau de tri de Paris-gare du Nord.

Depuis le 10 avril dernier, la ligne aérienne Paris—Bruxelles—Rotterdam—Amsterdam de la C^{ie} K.L.M. est prolongée jusqu'à Malmo, par Hambourg et Copenhague, avec suppression de l'escale de Bruxelles depuis le 23 avril.

Le service postal aérien Paris—Berlin est prolongé jusqu'à Moscou, par Königsberg, Riga et Smolensk.

Les chèques postaux français. — Pendant le premier trimestre de l'année courante, 14.290 nouveaux comptes ont été ouverts. Plus de 22 millions d'opérations ont été effectuées, au lieu de 18 millions pendant la période correspondante de 1927. Le montant total des opérations s'est élevé à 86 milliards 618 millions, alors qu'il n'avait atteint que 80 milliards 736 millions pendant le premier trimestre de 1927.

Depuis le 15 mai, les virements ordonnés par les titulaires de comptes courants postaux en France au profit de titulaires de comptes tunisiens peuvent être transmis par avion au bureau de chèques de Tunis, la surtaxe aérienne de 80 centimes étant prélevée sur le compte courant du tireur.

Statistique des accidents de personnes survenus en 1926 dans les distributions d'énergie électrique. —

Le tableau de la page suivante donne la répartition, par catégories, des accidents survenus en 1926. L'examen comparé de ce tableau et de celui que nous avons publié l'année dernière pour 1925 (1) fait ressortir que, d'une année à l'autre, la situation d'ensemble a très peu varié. Le nombre toujours élevé des accidents montre que l'éducation du public laisse encore à désirer. Le ministère des travaux publics et le ministère de l'instruction publique s'efforcent, par le moyen de conférences et de leçons, de parfaire cette éducation. L'action analogue que nous préconisons l'an dernier devrait être poursuivie par chacun des membres de l'administration des P.T.T. ; leur familiarité avec les appareils électriques en fait souvent, en des cas semblables, les conseillers naturels de leurs voisins et amis.

Radiotélégraphie franco-coloniale. — Depuis le 15 avril dernier, les télégrammes échangés par T.S.F. avec les Comores, qui n'étaient acceptés, jusqu'alors, qu'au départ de la France, le sont aussi dans le sens inverse.

Il en est de même, depuis le 1^{er} mai, pour les télégrammes échangés par T.S.F. entre la France d'une part et le Tchad, la Guinée française, la Côte d'Ivoire et le Dahomey d'autre part.

Ouverture des relations téléphoniques avec les Etats-Unis. — Le service téléphonique entre la France et l'Amérique a été inauguré le 28 mars dans l'après-midi. Il fonctionne dans les conditions suivantes.

Des conversations peuvent être échangées entre Paris et n'importe quelle localité des États-Unis ou de Cuba, de 12^h30 à 1 heure du matin (heure de l'Europe occidentale).

Les demandes de communications peuvent être formulées soit la veille du jour où le demandeur désire échanger sa conversation, soit le jour même.

Une communication peut être demandée : soit comme communi-

1 *Annales des P.T.T.* : 1927, p. 867.

CLASSÉMENT.	NOMBRE DE VICTIMES						RÉPARTITION des accidents selon le lieu où ils se sont produits.				RÉPARTITION DES ACCIDENTS SELON LEUR CAUSE PRÉSUMÉE.											
	appartenant au personnel de l'entreprise.			étrangers			Total.		sur la voie publique.	dans les postes de transf. et les m. de tr.	en dehors de la v. publ. et des p. de tr.	Chute des conducteurs.	Escalade des supports.	Tension intempestive du courant sur la ligne.	Envasement des conducteurs secondaires par le courant primaire.	Contact avec des conducteurs ou appareils sous tension.		Contact avec des pièces qui normalement ne devaient pas être sous tens.	Coups de foudre.	Autres causes d'origine électrique.	Accidents non causés par les courants électriques.	
	Tués.	Blessés.		Tués.	Blessés.		Tués.	Blessés.														
I. — Distributions de 1 ^{re} catégorie	12	6		11	1	23	7		20	2	6	6		1	2	2	11	1				5
II. — Distributions de 2 ^e catégorie dont la tension n'atteint pas 30.000 volts	29	24		44	19	73	43		42	38	31	5	23	3	1	60	6	9		3		1
III. — Distributions de 2 ^e catégorie dont la tension est au moins égale à 30.000 volts	6	2		11	2	17	4		4	6	10	1	3	1		10	1			2		2
TOTAUX	47	32		66	22	113	54		66	46	47	12	26	5	3	72	18	10	0	5		8
	79			88		167				159						90						
																						159

cation ordinaire, c'est-à-dire avec un poste déterminé, soit comme communication « de personne à personne », c'est-à-dire avec une personne nommément désignée. Dans ce dernier cas, les services téléphoniques se chargent de rechercher cette personne et de la mettre en relation avec le demandeur où qu'elle se trouve, ou, en cas d'insuccès, d'établir la communication entre le demandeur et une autre personne désignée par lui.

Les taxes applicables pour les trois premières minutes sont fixées comme il suit, en monnaie d'or :

1 ^{re} zone (Baltimore, Boston, Buffalo, New York, Philadelphie, Pittsburgh, Providence, Rochester, Washington, etc...)	243 ^f ,75
2 ^e zone (Atlanta, Charleston, Chicago, Cincinnati, Cleveland, Columbus, Détroit, Louisville, Milwaukee, etc...)	258 ^f ,75
3 ^e zone (Kansas-City, Minneapolis, New Orléans, St Louis, St Paul, etc...).....	273 ^f ,75
4 ^e zone (Denver, Galveston, Salt Lake City, Santa-Fe, etc...)	288 ^f ,75
5 ^e zone (Los Angeles, Oakland, Portland, San Francisco, Seattle, la Havane).....	303 ^f ,75
6 ^e zone (Cuba, sauf la Havane)	318 ^f ,75

Pour la période excédant les trois premières minutes, la taxe de chaque minute est fixée au tiers de la taxe des trois premières minutes.

Dans le cas d'une communication ordinaire, la taxe est appliquée à partir du moment où le poste demandeur est mis en relation avec le poste demandé. Quand il s'agit d'une communication de personne à personne, la taxe n'est appliquée qu'à partir du moment où le demandeur est mis en relation avec la personne demandée. Lorsqu'une communication de personne à personne ne peut être établie parce que la personne demandée ou son remplaçant sont introuvables, il est perçu, à la place de la taxe normale, une taxe spéciale de préparation fixée à 31^f,25.

Pour faciliter à l'administration la recherche de la personne

demandée (communications de personne à personne), il est recommandé aux intéressés de s'abonner au service des abonnés absents et de donner à ce service des indications précises permettant de les trouver facilement. Il y a également intérêt à ce que des renseignements de même ordre puissent être fournis par le personnel d'un abonné, en cas d'absence de cet abonné.

Ouverture des relations téléphoniques avec le Canada. — Le service téléphonique entre la France et le Canada, inauguré le 11 avril, fonctionne dans les mêmes conditions que le service entre la France et les Etats-Unis.

Les taxes applicables pour les trois premières minutes sont fixées comme il suit, en monnaie d'or :

1 ^{re} zone (Ottawa, Toronto, Montréal, Québec, etc...).	243 ^f ,75
2 ^e zone (Brantford, Chatam, etc...).	258 ^f ,75
3 ^e zone (Halifax, St-John, Winnipeg, etc...).	273 ^f ,75
4 ^e zone (Calgary, Regina, etc...).	288 ^f ,75
5 ^e zone (Vancouver)	303 ^f ,75

La télévision pour amateurs. — La General Electric Company envoie à titre d'essai, par sa station WGY à Schenectady, des signaux de télévision. Une image complète se compose de 48 lignes, et il y a 16 images par seconde. Pour recevoir la télévision, il suffit de monter une lampe au néon à la sortie d'un récepteur radio et de regarder cette lampe à travers un disque tournant, percé sur son pourtour de 48 trous disposés le long d'une seule spire d'une spirale serrée. Le disque doit avoir une vitesse réglable. On voit d'abord des points et traits noirs et blancs sans aucune signification ; l'image apparaît subitement lorsque le disque arrive au synchronisme de l'appareil émetteur. (D'après *Q.S.T.* de mai 1928.)

Dispositifs enregistreurs de conversations téléphoniques. — Les abonnés au téléphone peuvent avoir intérêt à conserver la preuve matérielle d'une conversation téléphonique importante et la teneur exacte de cette conversation. Afin de répondre à ce double but, l'administration des P.T.T. vient d'autoriser l'adjonction,

à tous les postes téléphoniques, de dispositifs spéciaux vendus dans le commerce et permettant : d'une part l'enregistrement phonographique des conversations, et d'autre part la reproduction instantanée de ces conversations au moment désiré. Ces dispositifs s'adaptent à un appareil téléphonique quelconque, qui peut néanmoins être utilisé dans les conditions ordinaires, soit pour les demandes de communications, soit pour la réception des appels.

Le réseau téléphonique municipal de Rotterdam. —

La ville de Rotterdam, avec son faubourg de Schiedam, comprend environ 20.300 abonnés répartis en trois bureaux : Centrum, Delfshaven et Noord. Ces trois bureaux sont reliés deux à deux par des lignes auxiliaires. Il n'y a aucune exploitation en tandem.

Lignes d'abonnés. — La situation géographique et climatérique de la ville donne à son réseau un caractère très particulier. Le sol est imbibé d'eau, et par cela même très mou. Sa nature sablonneuse achève de le rendre inconsistant. Il fut donc impossible de construire des galeries et des boîtes de sous-répartition en galerie, comme il en existe à Paris. Un fil joignant l'abonné au central ne quitte pas un instant le câble armé et sous plomb posé à même dans le sable.

La sous-répartition se fait au moyen de peignes sous plomb, en partant du câble à 448 paires jusqu'au câble à 28 paires.

Le câble à 28 paires fait complètement le tour du pâté de maisons, et l'on prend directement les abonnés sur lui, en coupant la partie de la paire devenue inutile. Cette portion pourra servir à établir des intercommunications permanentes entre deux habitants du même pâté de maisons, comme cela se pratique assez souvent à Rotterdam.

Le câble de rue est désormais toujours en étoile. Il est avantageux au point de vue du prix puisque la question des circuits combinés n'entre pas en jeu. Ce câble est extrêmement serré et empêcherait le passage de l'air sous pression. Mais, dans ce pays, l'humidité est telle qu'une blessure faite à l'enveloppe de plomb ne saurait être obturée par l'air sous pression. On préfère de beaucoup ne pas envoyer d'air et armer le câble.

Arrivée des câbles au bureau central. — Les câbles urbains arrivent armés au central. Leur arrivée et une première sous-répartition se

font dans le sous-sol au moyen de peignes sous plomb. La cave est protégée de l'eau environnante par un mur, que les câbles doivent contourner. Les conducteurs sont reliés sans soudure avec les autres conducteurs qui les prolongent vers le répartiteur : les deux fils à relier sont assemblés par un manchon serré à la pince et isolé par une feuille de papier paraffiné et un manchon de carton. Ce procédé est plus sûr, mais plus coûteux que le procédé français, qui consiste à toronner ensemble à la pince les deux conducteurs. (Extrait d'un rapport établi par M. Loeb, élève-ingénieur des P.T.T., à la suite d'une mission d'études effectuée en Hollande en septembre 1927.)

Procédés de boulisterie utilisés dans les centraux télégraphique et téléphonique de Rotterdam. — *Central télégraphique.* — L'installation comporte douze parcours effectués chacun par des pinces qui desservent huit appareils pour chaque parcours. Chaque voie est composée de deux rails sur lesquels roulent de petits wagonnets reliés par une corde qui leur communique leur mouvement. Chaque wagonnet porte un système de pinces qui saisissent les fiches à transporter. La différenciation entre les huit appareils de chaque circuit s'effectue par des leviers coudés, de forme différente pour chaque appareil. Une station centrale, où convergent les douze circuits, déclanche ces leviers et sépare les télégrammes. Des ressorts assurent la tension de la corde. Le circuit comprend des parties verticales et des parties horizontales vers le plafond de la salle du central pour relier les divers points de cette salle. Les pinces sont dans un plan parallèle à celui des rails et en dehors du petit wagonnet.

Le bruit produit par la marche de cette installation n'est pas excessif, du fait qu'il se trouve réduit à celui du déclanchement des pinces.

Central téléphonique. — On utilise un réseau de tubes pneumatiques, combiné avec un tapis roulant en caoutchouc. Le tapis roulant a environ 40 centimètres de large. Les tubes pneumatiques fonctionnent avec de l'air comprimé à 600 millimètres d'eau. La station centrale, vitrée, comporte six valves, qui s'ouvrent successivement par un jeu de cames pour éviter la perte de pression et répartir le bruit.

En outre, les fiches sont centralisées par le moyen d'un train de

wagonnets, circulant sous le meuble ou sous le plancher pour éviter le bruit.

Chaque wagonnet repose, par quatre roues en cuir, sur deux rails et constitue un petit tramway électrique avec un moteur de 1/16 de cheval marchant sous 65 volts. Des frotteurs sur un rail spécial amènent l'énergie. Il y a dix de ces wagonnets, marchant indépendamment et faisant un tour complet en 15 minutes.

En passant sous chaque position d'opératrice, le wagonnet ouvre une boîte qui déverse ses fiches dans la caisse du wagon et en même temps, par un jeu de tringles, obture l'orifice par où la fiche est introduite par l'opératrice.

L'installation est complétée par deux ascenseurs qui élèvent les wagonnets au dessous d'une table. Les rails sont interrompus et prolongés par deux sections de rails dans une petite benne avec contre-poids, qui monte automatiquement à l'arrivée d'un wagonnet et redescend de même à l'autre extrémité de la partie surélevée du parcours.

Un bloc system a été installé pour éviter les collisions. Il y a toujours une section sous tension entre deux wagonnets successifs, et cela par le jeu de commutateurs. Un tableau permet, avec des voyants, de suivre les wagonnets à travers les sections et de donner l'alarme si l'un d'eux déraillé. (Extrait d'un rapport établi par M. Lagarde, élève-ingénieur des P.T.T., à la suite d'une mission d'études effectuée en Hollande, en septembre 1927.)

BIBLIOGRAPHIE.

Les lampes à plusieurs électrodes et leurs applications,

par J. GROSZKOWSKI, traduit du polonais par G. Teyssier. Paris, Étienne Chiron, 1927. 1 vol. in-8° de xvi + 348 pages, avec 207 figures.

Nous ne croyons pouvoir mieux faire, pour rendre compte de cet important ouvrage, que de reproduire la préface que M. R. Mesny a écrite pour la traduction française :

« Dans l'historique qu'il nous donne du développement des tubes électroniques, M. Groszkowski rappelle que c'est en 1904 que Fleming et Wehnelt précisèrent ce phénomène qui déclancha la technique nouvelle : l'émission de charges négatives par un filament incandescent.

« Au train dont marchent de nos jours les sciences physiques, vingt-trois ans c'est toute une époque et pourtant la technique des « lampes » n'en est encore qu'à l'âge de croissance. Si quelques modèles paraissent achevés, c'est que les demandes des usagers sont formidables et qu'il faut bien, pour eux, marquer quelques étapes ; mais l'étude des transformations et des perfectionnements continue à préoccuper tous les esprits, ne serait-ce que pour obtenir des conditions plus avantageuses d'économie et de puissance.

« D'autre part, si l'on établit maintenant sans grande peine les appareils qui utilisent les tubes électroniques, il faut bien avouer que l'empirisme a une très large part dans les méthodes employées, et qui dit empirique dit perfectible.

« Le nombre des paramètres dont dépend une lampe est si considérable, le mode d'action de chacun d'eux si complexe, que pour aller de l'avant chacun doit commencer par approfondir ses connaissances acquises ; le livre de M. Groszkowski paraît particulièrement désigné pour y aider. Pour bien posséder une question, il faut avoir

« pris soin de l'examiner sous toutes ses faces et cela ne peut se faire
 « qu'en étudiant les travaux parus de tous côtés, et principalement
 « ceux dont la manière diffère le plus de la nôtre.

« En France, nous avons accoutumé de voir les questions du
 « point de vue de ceux de nos professeurs ou ingénieurs qui ont publié
 « leurs recherches ; ce point de vue est caractérisé par des méthodes
 « d'analyse et d'expérimentation généralement assez voisines et pro-
 « cédant de directives communes. La dissémination des articles de
 « revues, les difficultés de lecture empêchent la diffusion rapide des
 « méthodes étrangères.

« M. Groszkowski s'est trouvé conduit par les circonstances à
 « puiser à toutes les sources, à confronter les procédés étrangers avec
 « les français ; il a pu comparer les méthodes et les grouper : c'est le
 « résultat de son travail qu'il a exposé dans ce livre. L'étude d'une
 « manière nouvelle est quelquefois pénible, elle dérange nos habitudes
 « d'esprit ; ici, l'effort d'adaptation est épargné au lecteur, il a été
 « fait par l'auteur.

« On trouvera en particulier dans son ouvrage une étude détaillée
 « de la technique interne des tubes électroniques et de leur emploi
 « comme générateurs, deux sujets qui paraissent dominer le sujet tout
 « entier.

« Il faut savoir gré à M. Teyssier d'avoir mené à bien cette tâche
 « délicate et toujours pénible de traducteur. La valeur de ces connais-
 « sances nous est un sûr garant de la fidélité avec laquelle il a su
 « reproduire la pensée de l'auteur. »

Lautsprecher, par EUGEN NESPER. Berlin, Julius Springer, 1925.

1 vol. in-8° de 133 pages, avec 159 figures (n° 20 de la *Bibliotek des Radio-Amateurs*).

Ce petit volume, très copieusement illustré, passe en revue un nombre considérable de haut-parleurs, presque tous à pavillon. Une documentation aussi fouillée a dû être très difficile à réunir, et l'ouvrage se recommande à tous ceux qui avaient besoin de connaître la variété infinie des procédés de réalisation. La théorie et la construction ayant fait de grands progrès en trois années, une édition nouvelle, comparant les modèles récents, surtout sans pavillon, et mettant au

goût du jour les courtes explications d'ordre général que contient le présent volume, présenterait un vif intérêt. P.L.C.

The principles of electric power transmission, par H. WADDICOR. Londres, Chapman and Hall, 1928. 1 vol. in-8° de 399 pages, avec 148 figures. — Prix : 21 /—.

Ouvrage très complet sur les lignes de transmission d'énergie par courants alternatifs. L'auteur a tenu compte des derniers perfectionnements proposés dans la matière et a rassemblé les théories jusqu'ici éparses dans un grand nombre de mémoires originaux. De nombreux exemples numériques sont traités dans le texte, et une documentation très complète des mémoires et ouvrages en langue anglaise est donnée après chaque chapitre. J.-H. G.

Handbuch der modernen Reproduktionstechnik (Manuel de la technique moderne de la reproduction), publié sous la direction de R. RUSS. Frankfurt a. M., Klimsch & Co., 1927. 2 vol. in-8°. *Tome I^{er} : Reproduktionsphotographie und Retusche*, par RUSS et L. ENGLISH. 1 vol. de x + 268 pages, avec 78 figures. *Tome II : Chemigraphie*, par R. RUSS. L. ENGLISH et A. BAUER ; *Rakettendruck*, par R. MARSHNER ; *Die Uebertragungsverfahren für Lithographie und Offsetdruck*, par A. RAUH et P. BLUT ; *Lithdruck*, par F. PFUND. 1 vol. de VIII + 378 pages, avec 138 figures et 26 planches en couleurs.

Il est rendu compte de cet ouvrage dans l'article intitulé *Impressions photomécaniques*, qui paraît dans le présent numéro.

Le gérant :

HENRI DÉVÉ.

LA MATIÈRE FULMINANTE,

par E. MATHIAS,

correspondant de l'Institut,

directeur de l'Institut et observatoire de physique du globe du puy de Dôme.

RÉSUMÉ. — Ce travail est la réunion de cinq chapitres, de longueur inégale. Le premier est surtout formé de compléments au précédent mémoire. L'idée principale est celle-ci : le reste d'éclair est une formation endothermique ; il est favorisé par des températures élevées et fort gêné par des températures très basses. Donc, dans les régions polaires, il ne doit pas y avoir d'éclairs, tandis qu'à l'équateur ils doivent être incessants. Dans les latitudes moyennes, il doit y avoir d'autant moins d'éclairs en hiver que la latitude est plus élevée, le maximum se produisant à l'époque de la canicule. L'observation vérifie ces prévisions purement thermodynamiques.

Une autre idée est celle-ci : les éclairs de la 2^e classe d'Arago n'ont pas de réalité. L'éclair fulgurant, ou de première classe seul existe, ainsi que ses formes terminales plus ou moins exceptionnelles : l'éclair en chapelet et l'éclair sphérique ; d'où un remaniement, léger mais essentiel, de la célèbre classification des éclairs d'Arago.

Le chapitre II commence l'étude proprement dite de la matière fulminante. On donne ensuite la définition de la matière fulminante pure, de sa structure homogène et, partant de là, des hétérogénéités thermiques. Des mouvements divers des globes, on passe tout naturellement à l'étude des globes avec appendice caudal.

L'étude approfondie des hétérogénéités chimiques occupe les deux chapitres suivants et constitue à elle seule plus de la moitié du travail. Le chapitre III est l'examen des couleurs des foudres nues et le chapitre IV la discussion des foudres habillées.

Les couleurs des foudres nues sont de deux sortes : celles qui reproduisent les teintes du refroidissement du corps optiquement noir et celles qui offrent ces teintes superposées à celle du bleu. La recherche du corps bleu qui explique les dernières colorations permet d'affirmer la présence du soufre dans certaines matières fulminantes impures et de considérer comme tout à fait improbable celle de l'ozone. Conclusion : les foudres sulfureuses sont malodorantes, et leur couleur contient la teinte bleue, tandis que la matière fulminante pure est inodore et a les seules teintes du refroidissement du corps optiquement noir.

Les foudres habillées donnent lieu à la distinction entre le vêtement ample et flottant, la foudre étant un petit nuage noir, blanc ou gris, et le vêtement collant, la foudre étant une sphère noire, blanche ou grise. Ce dernier cas exige une forte électrisation du vêtement, la pression électrostatique, proportionnelle au carré du potentiel, appliquant le vêtement sur la foudre sphérique. Des exemples nombreux montrent que ces distinctions correspondent bien à la réalité et ne sont pas de simples vues de l'esprit.

Le dernier chapitre traite des dimensions des foudres sphériques et de leur fréquence saisonnière qui vérifie la prévision thermodynamique du début.

I. RETOUR AU PRÉCÉDENT MÉMOIRE (1) :
COMPLÉMENTS ET OBJECTIONS.

1. **Fréquence et rareté des éclairs dans certaines régions.**

— La matière fulminante, étant le résultat d'une réaction endothermique, se produit, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus facilement que la température est plus élevée. On s'explique donc la violence et la fréquence des éclairs sous les tropiques et à l'équateur. Arago, à propos de la question : « Quels sont les lieux où il tonne le plus ? », dit textuellement : « ... M. Boussingault, qui a fait un voyage si curieux dans les Cordillères, pense que, dans la zone équinoxiale, tous les jours de l'année, probablement à toutes les heures, il se fait dans l'air une continuité de décharges électriques, et il admet qu'un observateur placé à l'équateur, s'il était doué d'organes assez sensibles, y entendrait constamment le bruit du tonnerre » (2).

On s'explique de la même façon que, dans les pays tempérés, la fréquence et la violence des éclairs soient maxima au moment de la canicule et qu'ils soient très rares pendant l'hiver.

Enfin, on comprend la presque totale disparition de l'éclair fulgurant, et par suite du tonnerre, dans les hautes latitudes, puisqu'au zéro absolu il n'y a de possibles que des réactions exothermiques.

Après avoir rappelé les observations du docteur Scoresby, jadis si célèbre comme capitaine baleinier (auteur d'une si intéressante description des phénomènes des mers polaires), les tentatives du capitaine Parry, en 1827, pour atteindre le pôle nord, et les trois périodes du voyage de l'*Hécla* dans les régions boréales, Arago conclut ainsi : « ...D'après l'ensemble de ces documents, il est permis « d'affirmer qu'en pleine mer ou dans les îles il ne tonne jamais « au-delà du 75° degré de latitude nord.

« ...Nous pourrions, à l'aide des observations du capitaine

1. E. MATHIAS, La foudre, ses différentes formes, etc... : *Annales des P. T. T.*, novembre 1927.

2. F. ARAGO, *Œuvres complètes*, t. IV (t. I des *Notices scientifiques*), p. 153 ; Paris, Le grand, Poméy et Crouzet, libraires-éditeurs.

« Parry, étendre à des régions situées fort avant dans les continents
 « la règle que nous n'avons jusqu'ici eu le droit d'appliquer qu'aux
 « îles et à la pleine mer.

« ...Plaçons-nous tant soit peu en deçà du 70^e parallèle de lati-
 « tude, le tonnerre sera déjà très rare ; à peine l'entendra-t-on une
 « fois dans l'année.

« L'Islande est souvent citée comme un pays où il ne tonne
 « jamais. A Reikiavick (latitude 65°), les observations de M. Thor-
 « tensen, médecin dans cette ville, ont noté *un* jour, le 30 novembre
 « 1833, où, dans un intervalle d'environ deux ans, l'on a entendu
 « le tonnerre. » (1)

2. Opinion de G. Planté sur la nature des décharges élec-
 triques d'après leur caractère acoustique. — Le résultat essen-
 tiel du travail du Dr G. Simpson sur les décharges d'éclair est que :
 c'est l'électricité positive seule qui se déplace dans le phénomène
 de l'éclair fulgurant descendant ou ascendant (·). Or G. Planté,
 d'après le bruit de l'éclair et des décharges électriques, avait écrit
 ceci : « ... Ces considérations (bruissement des globes fulminants),
 jointes à celles du sens positif ordinaire de l'électricité atmosphé-
 rique, nous portent à penser que le signe électrique des globes ful-
 minants, qui résulte de l'écoulement direct de l'électricité des nuages,
 doit être *positif*, tandis que celui des feux Saint-Elme, des aigrettes,
 colonnes lumineuses et autres effets électriques produits par influence
 doit être *négatif*. » (2)

3. Utilité extrême des phénomènes rares bien observés. —
 Une des différences essentielles entre la *physique du globe* et la
physique pure, au commencement tout au moins, est l'impossibilité
 où l'on se trouve de reproduire expérimentalement les phénomènes
 naturels (foudre ordinaire ou en boule, aurore boréale, feu saint-
 Elme), ou même d'en démontrer l'existence *objective* par des pho-

1. ARAGO, *loc. cit.* pp. 159-162.

2. Dr G.-C. SIMPSON, F.R.S., *On lightning* (Proc. Roy. Soc. A. t. 111, 1926).

3. GASTON PLANTÉ, *Phénomènes électriques de l'atmosphère* ; Paris, J.-B. Baillière et C^o, 1888, § 17, p. 37.

tographies ou des cinématographies. On en est réduit à des preuves *subjectives* ou indirectes, telles que les témoignages ou narrations dus aux témoins, souvent fort ignorants, devant qui se sont produits à l'improviste les phénomènes naturels. Il faut donc recueillir, puis comparer et discuter, des récits le plus souvent incomplets et naïfs.

On se prend quelquefois à regretter de n'avoir que rarement les récits de gens instruits, dont les termes seraient précis et non vagues. Il est regrettable d'avoir à dire que les gens instruits sont dangereux à cause de leurs idées préconçues ; ils ne disent que ce qu'ils croient comprendre et laissent inconsciemment dans l'ombre ce qui est contraire à leur théorie. Au contraire, les gens ignorants disent tout ce qu'ils voient et rien que ce qu'ils voient, et cela est préférable à tous égards.

La discussion des témoignages est quelquefois longue et incertaine ; à ce point de vue, le physicien du globe agit comme l'historien. Heureusement, la concordance des récits est souvent plus grande qu'on ne pouvait l'espérer, même quand les phénomènes sont observés à des siècles de distance.

Dans notre précédent mémoire, nous nous sommes appuyé sur de tels témoignages, par exemple, pour mettre en lumière le phénomène de *la chute de la matière fulminante dans l'air*, qui n'a été observé qu'un petit nombre de fois, mais avec certitude.

Ici se présente une différence essentielle avec l'Histoire. Les faits historiques : la mort de Louis XVI, le supplice de Jeanne d'Arc... ne se sont produits qu'une seule fois *et ne se reproduiront plus jamais*. Au contraire, les lois de la nature étant toujours les mêmes, on peut être sûr qu'un phénomène observé avec certitude, ne fût-ce qu'une seule fois, *se reproduira nécessairement par la suite*. Ceci donne, aux observations bien faites des phénomènes naturels, une importance qu'on ne saurait exagérer. La chute, tout d'une pièce, de l'éclair pourpre de Velletri est un phénomène rarissime ; mais on peut affirmer qu'on l'observera de nouveau dans l'avenir.

4. Nouvelle classification des éclairs. — Si notre théorie est vraie, la célèbre classification des éclairs d'Arago ne saurait être

conservée dans son intégrité. On peut, en effet, interpréter cette classification ainsi :

Les éclairs fulgurants, ou de la première classe, sont des *éclairs de ligne*, à une seule dimension appréciable : la longueur ;

Les éclairs de la deuxième classe sont des *éclairs de surface*, à 2 dimensions ;

Les éclairs de la troisième classe sont des *éclairs de volume*, à 3 dimensions ; ils affectent la forme *sphérique* quand ils sont à l'état d'équilibre, et plus généralement la forme *globulaire* quand la matière fulminante est en mouvement.

Considérons maintenant les éclairs de la deuxième classe et le vague de leur définition : « La lumière de ces éclairs, au lieu d'être concentrée dans les traits sinueux presque sans largeur apparente, embrasse, au contraire, d'immenses surfaces. Elle n'a, d'ailleurs, ni la blancheur, ni la vivacité de la lumière des éclairs fulminants. Souvent sa teinte est un *rouge très intense*. Le *bleu* et le *violet* y dominent aussi de temps en temps... Les éclairs de la seconde classe paraissent quelquefois n'illuminer que les contours des nuages d'où ils émanent. Quelquefois aussi, leur vive lumière embrasse toute l'étendue superficielle de ces mêmes nuages, et, de plus, elle semble sortir de leur intérieur. » (1)

Marié-Davy s'est élevé à juste titre contre les deux premières classes d'Arago. « La distinction entre ces deux classes d'éclairs est souvent purement accidentelle ; un même éclair peut être purement linéaire pour un observateur et diffus pour un autre, lorsque par la perspective un nuage s'est interposé entre le sillon lumineux et l'observateur qui n'aperçoit plus que l'éclairement produit par toute étincelle électrique. Ces deux classes d'éclairs ont un autre caractère commun, *la brièveté de leur durée*. » (2)

Ainsi, les éclairs de deuxième classe seraient dus à l'illumination de certains nuages N par un fort éclair fulgurant E caché à l'observateur par des nuages épais formant écran. Selon la position

1. F. ARAGO, *loc. cit.*, p. 36.

2. H. MARIÉ DAVY, *Les Mouvements de l'atmosphère*, Paris, G. Masson, éditeur, 1877, p. 356.

de l'éclair E, les contours seuls s'éclaireraient ou au contraire toute la surface antérieure des nuages N.

Cette explication rend compte des trois particularités de l'éclair de deuxième classe : 1^o sa brève durée, qui est celle de l'éclair fulgurant E ; 2^o son éclat toujours faible ; 3^o sa couleur généralement rougeâtre.

En effet, la lumière blanche, riche en rayons violets et ultraviolets, de l'éclair E, avant d'arriver à l'observateur, est transformée, en vertu de la loi de Stokes, par diffusion ou fluorescence ou les deux à la fois, en radiations moins réfrangibles qui donnent à la lumière un ton rougeâtre et une intensité d'autant plus affaiblie que la lumière est répartie sur des surfaces plus immenses.

L'explication des éclairs de deuxième classe d'Arago est donc identique à celle des *éclairs de chaleur*. Pour ces derniers, c'est la rotondité de la Terre, seule, qui cache à nos yeux l'éclair fulgurant illuminateur ; pour les autres, l'éclair linéaire illuminateur est près de nous, mais il est caché par d'autres nuages.

En résumé, seul l'*éclair fulgurant* existe réellement, ainsi que ses formes terminales plus ou moins exceptionnelles : l'éclair en chapelet et l'éclair sphérique ou globulaire. La classification d'Arago doit donc être modifiée ainsi :

1^{re} classe : éclair fulgurant linéaire ;

2^e classe : éclair en chapelet ;

3^e classe : éclair sphérique ou globulaire.

II. ETUDE PROPREMENT DITE DE LA MATIÈRE FULMINANTE.

5. Première hypothèse sur la structure de la matière fulminante. — Dans ce travail, nous porterons surtout notre attention sur l'éclair sphérique, en étudiant ses particularités ; la nature et la structure de la matière fulminante interviendront naturellement et nécessairement lorsqu'il s'agira d'expliquer les nombreuses particularités observées.

L'idée la plus simple est de supposer l'éclair sphérique formé de couches sphériques, isothermes et concentriques, la température diminuant d'une manière continue depuis le centre jusqu'à la

périphérie. L'éclair globulaire provenant de la transformation, sous l'influence de la tension superficielle, d'un éclair fulgurant générateur, plus l'éclair linéaire générateur sera long et large, plus le *reste d'éclair* sphérique sera gros. Les décharges d'une puissance exceptionnelle donneront donc des sphères de grand rayon ; les décharges plus faibles, des sphères de rayon plus petit.

Cela correspond bien aux observations : un petit nombre parlent de boules de feu d'un mètre de diamètre ; d'autres, plus nombreuses, parlent de boules de feu grosses comme la tête, comme le poing ou comme des œufs.

Chaque abaissement de la température de la couche superficielle, supposée à la limite de la stabilité, exige la destruction d'un certain nombre de molécules de la matière fulminante. La surface de l'unité de volume, étant

$$\frac{4 \pi R^2}{\frac{4}{3} \pi R^3} = \frac{3}{R},$$

est beaucoup plus petite pour les grosses sphères que pour les petites ; il s'ensuit que, toutes choses égales, le refroidissement des grosses sphères est beaucoup plus lent que celui des petites. On comprend donc que les éclairs en boule de petit rayon puissent disparaître, par une sorte d'évaporation de plus en plus rapide à mesure que R tend vers zéro, sans faire de bruit appréciable.

Au contraire, pour les gros éclairs sphériques, la décomposition des molécules de la couche extérieure ne peut pas suffire à assurer le refroidissement progressif de la matière fulminante. Celle-ci, étant incandescente, est bonne conductrice de la chaleur ; la température intérieure, tout le long d'un rayon, varie lentement de la périphérie au centre ; lorsque la périphérie arrive à la température de décomposition de la matière fulminante sous la pression atmosphérique, le centre de la sphère en est lui-même peu éloigné. Il en résulte que toutes les couches concentriques explosent en même temps, soit sous l'influence du refroidissement périphérique, soit, quand elles sont dans l'intérieur, sous l'influence du choc produit par l'explosion des couches plus extérieures.

Dans les sphères de petit rayon, dont le refroidissement est beaucoup plus rapide, il y a une grande différence de température tout le long du rayon entre le centre et la surface extérieure. Dès lors, la matière fulminante superficielle, se décomposant brusquement, n'ébranle pas sensiblement les couches concentriques voisines, *qui sont plus stables parce qu'elles sont sensiblement plus chaudes*, et la décomposition de l'endothermique est progressive au lieu d'être presque simultanée en tous les points.

6. Exceptions à l'explication précédente. — Pour expliquer que certains éclairs sphériques explosent avec un bruit terrible, d'autres disparaissant silencieusement, nous avons supposé dans la matière fulminante des couches sphériques, isothermes et concentriques, dont la température décroît d'une manière continue du centre à la périphérie, lentement pour les grosses sphères, rapidement pour les petites. Alors les gros globes doivent nécessairement éclater à un certain moment, les petits s'évaporant sans bruit sensible.

Or, tandis que de très petites sphères explosent, certains gros globes disparaissent presque sans bruit ; d'autres fois, ils ont des éclatements partiels, plusieurs fois répétés, au cours duquel ils expulsent de leur sein, avec une très grande vitesse, des masses variables de matière incandescente. La persistance des impressions lumineuses sur la rétine donne à ces projections l'apparence de *jusées*, ou d'*éclairs*, ou de *langues de feu*, le contact des matières lancées avec les corps vivants (hommes ou animaux) donnant des secousses électriques d'intensité variée allant de l'électrocution à la secousse bénigne.

Certains globes ont un *appendice caudal* de forme variée, lumineux ou fumeux, simple ou multiple.

La réalité est donc beaucoup plus compliquée que ne le fait prévoir la théorie simpliste du § 6. Cela tient à ce que l'hypothèse de l'homogénéité du *reste d'éclair* est habituellement très éloignée de la vérité.

La matière fulminante étant la substance encore inconnue qui forme le *reste d'éclair*, appelons *foudre* toute agglomération

de matière fulminante. Nous allons étudier les propriétés de celle-ci lorsqu'elle affecte la forme sphérique et essayer de montrer que, *lorsqu'elle est pure, elle jouit toujours, toutes choses égales d'ailleurs, des mêmes propriétés et se retrouve la même à toutes les époques.*

Montrons d'abord que le mode même de génération de ces foudres conduit à une grande hétérogénéité dans les températures

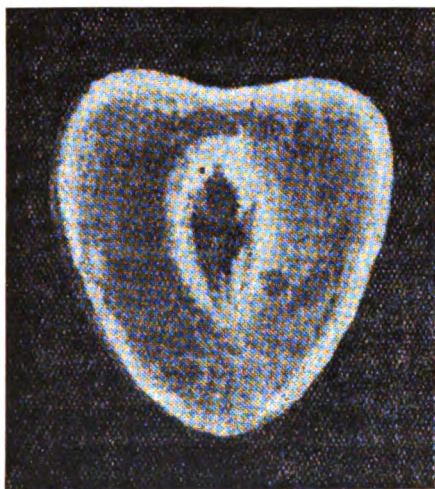


Fig. 1. — Foudre en forme de cœur observée à Rome.

des divers points de la masse incandescente. Partons d'un éclair fulgurant linéaire créant beaucoup de matière fulminante ; celle-ci est à l'état gazeux. Sa forme, toute en surface, et sa température initiale élevée déterminent aussitôt un refroidissement énorme ; *son volume diminue* parce que sa température s'abaisse constamment, et *sa forme change* parce que, sa tension superficielle augmentant toujours, sa surface libre est une surface rétractile tendant vers l'aire minima.

Les éléments de la surface libre rentrant à l'intérieur de la matière fulminante, celle-ci devient hétérogène, comme résultant du mélange de particules intérieures très chaudes avec des particules plus ou moins extérieures refroidies à des degrés divers.

La matière fulminante, combinaison d'éléments de l'air, est un *électrolyte*, particulièrement quand elle a dissous dans l'air des impuretés ; sa conductibilité, calorifique ou électrique, doit donc suivre une loi inverse de la loi de la conductibilité métallique, c'est-à-dire être *une fonction croissante de la température*. La matière fulminante incandescente est donc conductrice de la chaleur, et d'autant plus que la température est plus élevée. Comment, dès lors, parler d'*hétérogénéités thermiques* dans l'intérieur de la matière fulminante si les parties froides se réchauffent au contact des parties chaudes ?

Pour les *foudres à forme plate*, l'hétérogénéité de la matière est visible par transparence (1). Pour les formes épaisses, l'hétérogénéité de la surface extérieure sera démontrée dans la suite. Pour l'instant, remarquons deux points :

1° Lorsque les parties froides venues de l'extérieur dans l'intérieur demeurent voisines de la surface libre, l'intensité du rayonnement extérieur empêche l'uniformisation de la température sur les surfaces sphériques concentriques.

2° Lorsque les parties extérieures (ou même intérieures) sont parvenues à une température suffisamment basse, elles commencent à se décomposer, d'abord lentement, puis de plus en plus vite, jusqu'à ce que cette décomposition donne lieu à des secousses telles, que l'équilibre des parties moins froides ne soit plus possible. Alors tout explose.

1. C'est le cas de la *foudre en forme de cœur* qui vint, à plusieurs reprises, bourdonner aux oreilles de M^{me} Giuseppina Barigioni Pereira-Santiago, à Rome. « Le 29 juin 1903, à la brune et avec un temps serin, j'étais assise sur une tourelle au 5^e étage de mon habitation, 33, rue des Quatre-Fontaines, quand, à l'improviste, je fus surprise par une forte lumière. Près de moi, une grosse angue de feu en forme de cœur se balançait dans l'air, légère comme une plume, bien qu'elle semblât faite de matière plutôt dense. Elle était longue d'environ 22^{cm} et large un peu moins, amincie au bord et quelque peu renflée au milieu, rouge et épaisse comme une angue d'un gros animal ; au centre, on voyait un *noyau* comme celui d'une pêche (fig. 1). Ce corps linguiforme,umineux comme une lampe électrique, vint plusieurs fois bourdonner légèrement à mes oreilles comme une grosse mouche, et ensuite se dirigea vers les nombreux fils du téléphone, appuyés sur un pieu fixé sur ma maison. Là, il sautait d'un fil à l'autre ; après, de nouveau, revenait vers moi et retourna aux fils plusieurs fois... » (IGNAZIO GALLI, *Della protezione offerta dai parajulmini*, p. 44 (Estratto dalle *Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei*, 26, 1908).

Il faut admettre, à l'exemple de certaines poudres, que la matière fulminante, qui, par refroidissement extérieur, a commencé à se décomposer, en rentrant dans l'intérieur où elle se réchauffe, *ne retrouve plus sa stabilité première*. S'il en est ainsi, l'hétérogénéité de la matière fulminante à l'intérieur même de la masse incandescente est une réalité.

7. Transparence de la matière fulminante pure. — Les foudres en forme de *langués*, peu épaisses, sont transparentes, puisque celle qui bourdonnait aux oreilles de M^{me} Barigioni Perreira-Santiago permettait de voir ce qu'il y avait à son intérieur (1). Quelques exemples montreront qu'il en est de même des formes épaisses.

a) Le premier cas est celui d'une *poudre ascendante* qui donne lieu, de la part de Musschenbroek, à un récit d'une admirable précision et dans lequel on prend sur le fait la transformation de la forme primitive du reste d'éclair en sphère sous l'influence de la tension superficielle : « Il y a, en outre, d'autres météores ignés auxquels nous imposons un nom d'après leur forme. J'appelle *serpent* des météores celui que j'ai vu, en 1741, le 7 août, vers 10^h20 du soir : le ciel était serein et chaud ; subitement, une lumière très éclatante apparut, laquelle parut sortir du sol sous la forme d'un *serpent de feu* avec de légères inflexions, apparaissant large d'environ quinze minutes d'arc, long de 20 degrés ; il dura un intervalle de deux ou trois minutes ; seulement il versa une si grande lumière que *j'aurais pu voir une très fine aiguille gisant dans son intérieur* ; peu à peu, il commença à se contracter sous la forme d'une *sphère*, et alors il fut changé en un petit nuage blanc et étincelant, dense au point qu'au commencement les étoiles ne pouvaient être vues au travers, ensuite plus faible et *transparente*, semblable à la voie lactée, de diamètre 1^o5 ; il s'évanouit d'abord par la partie orientale, ensuite par la partie occidentale : après dix minutes, rien de tout cela ne restait ; au commence-

1. Voir § 6, p. 550.

« ment, une légère apparence de murmure était entendue, comme
« si une flamme violente était excitée. » (1)

b) Le second exemple se rapporte à la transformation d'une *foudre serpentine* exagérément longue, non plus en une sphère mais en un grand nombre de sphères. Il est dû à M. Mario Villard : « Vers
« 9^h de l'après-midi, le 19 août 1820, entre Lyon et Grenoble,
« apparut à une grande hauteur dans l'air un *serpent de feu* qui sem-
« blait long de plus de quatre-vingts toises (160 mètres). Il resta
« immobile environ deux minutes ; après il disparut sans aucun
« bruit laissant à sa place *de très nombreux globes lumineux d'une*
« *admirable transparence.* » (2)

c) Le troisième exemple, qui est d'une absolue netteté, est celui qui se retrouve plus loin comme l'exemple *d* du § 19, p. 576. L'ensemble de ces faits, plus spécialement les cas *a* et *c*, ne laisse aucun doute sur la parfaite transparence de la matière fulminante pure.

8. Hétérogénéités thermiques. — La matière fulminante, supposée pure en tous ses points, sera dite *homogène* si elle est formée de couches sphériques, isothermes et concentriques, la température diminuant d'une façon continue du centre à la périphérie. Toute exception à cette règle sera appelée *hétérogénéité thermique*.

1. P. VAN MUSSCHENBROEK. *Introductio ad Philosophiam Naturalem*, 1768. Voici le passage original : « Sunt praeterea aia meteora ignea, quibus a figura nomen imponimus. *Serpentem* voco meteorum, quod anno 1741. Augusti 7, vidi vesperi circa horam 10 et m. 20 : caelum erat serenum et ea idum, subito fulgentissimum lumen apparuit, quod ex solo in sub ime rapi videbatur instar ignei Serpentis cum exiguis inflexionibus, apparebat circiter quindecim minuta gradus latum. 20 gradus longum : duravit duorum vel trium minutorum intervallo ; solum tanta luce perfudit, ut tenuissam in eo iacentem acum videre potuissem : pedetentim se in formam orbis contrahere coepit, tum que in albam lulentem que nebulam mutabatur, adeo densam, ut in principio per eam Stellae videri non potuerint : postea tenuior, et pellucida evasit viae lactae simi is, diametri sesqui gradus, primum a parte orientali, deinde ab occidentali evanuit : elapsis 10 minutis nihil de ea fuit superstes ; in principio audiebatur levis murmuris species, quae a flamma violenta excitabatur ». Cité par GALLI, *I principali caratteri dei fulmini globulari*, § VI, p. 19.

2. *Bulletin de la Société départementale d'Archéologie et de Statistique de la Drôme*, Valence, 1887-1904. Voir la monographie historique intitulée *Météorologie régionale* par M. Mario Villard, p. 172 du 88^e fascicule (janvier 1889).

Celles dont il va être question sont produites par des masses plus froides que les couches sphériques, isothermes et concentriques, qu'elles rencontrent. On peut faire plusieurs hypothèses simples sur la loi de répartition de ces masses froides.

Imaginons d'abord le cas d'un *amas cylindrique ou conique de révolution autour d'un rayon, cet amas aboutissant à la surface extérieure*. Ces derniers points, étant plus froids que le reste de la surface, sont, à partir d'un certain moment, le siège d'une décomposition qui va en s'accéléralant. Par réaction, la poussée sur l'air détermine un mouvement de translation de sens opposé. Selon l'intensité de la décomposition, on aura une traînée de vapeur, ou une traînée fumeuse, ou une projection d'étincelles ou même une flamme (·), formant *appendice caudal rectiligne* dans le cas d'une translation, formant *appendice caudal sinueux* si cette translation s'accompagne d'un peu de *libration* de la sphère autour de son centre, provenant de ce que la poussée, à cause même de l'hétérogénéité de l'amas, au lieu de passer par le centre, passe légèrement à côté, tantôt à droite et tantôt à gauche. Le globe se mouvant comme un vase à réaction, l'appendice caudal est nécessairement dirigé en sens contraire du mouvement de translation du globe.

Si l'on imagine la matière froide répartie en amas plus ou moins volumineux dans l'intérieur même de la matière fulminante, de telle sorte que les gaz résultant de la décomposition n'aient pas de dégagement ou n'aient qu'un dégagement insuffisant, il en résultera, à un certain moment, si la décomposition est extrêmement rapide, l'explosion de la foudre sphérique et, soit la séparation du globe en deux ou plusieurs morceaux, soit l'éparpillement de la substance sous forme d'un *bouquet de fusées* qui s'évanouit dans un nuage d'étincelles ou de fumée.

Rappelons, en terminant, que les *hétérogénéités thermiques* ont déjà apparu à la fin du mémoire précédent, à propos de l'éclair en chapelet, et qu'elles ont permis d'expliquer la brièveté de cette sorte de foudre.

1. On verra, par la suite, comment ces divers cas peuvent se produire.

9. Mouvements divers des foudres sphériques. — Les hétérogénéités thermiques de la surface, qui seront mises en évidence de la façon la plus objective un peu plus loin, permettent d'expliquer l'allure, quelquefois singulière, de l'éclair sphérique. Admettons, pour l'instant, comme un fait d'expérience, que celui-ci puisse flotter en équilibre dans l'air à un mètre ou deux de la surface du sol, ce qui se voit souvent. On observe les cas les plus divers. Tantôt le globe fulminant flotte librement dans l'air, sans manifester aucune tendance à se mouvoir ; tantôt il se meut lentement, tantôt rapidement. Chose étrange entre toutes : certains éclairs sphériques ont une marche hésitante, constamment changeante, comme s'ils cherchaient leur voie ; d'autres fois, on voit un globe, immobile quelque temps, prendre brusquement sa course dans une direction, ou bien, au contraire, s'arrêter brusquement et partir dans une autre direction, ou revenir sur ses pas.

Les mouvements qui précèdent sont des mouvements de translation ; or certains globes sont animés d'un mouvement de rotation sur eux-mêmes, tantôt lent et tantôt rapide, et ce mouvement peut s'accompagner d'un mouvement de translation.

L'explication des cas les plus étranges en apparence est des plus aisées dans la théorie actuelle ; elle repose uniquement sur l'homogénéité ou l'hétérogénéité thermique des points de la surface extérieure des globes, quelle que soit leur grosseur.

Le cas exceptionnel est évidemment celui où tous les points de la surface sphérique libre sont à la même température. Alors

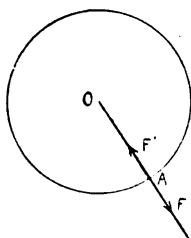


Fig. 2.

le globe, supposé en équilibre dans l'air immobile, reste à sa place en se refroidissant également dans toutes les directions. Lorsque, par suite de l'abaissement de la température superficielle, la décomposition commence, elle se produit également dans toutes les directions par raison de symétrie.

Soit un éclair sphérique de centre O (fig. 2), en équilibre dans l'air, et une molécule superficielle A de matière fulminante qui se décompose ; par raison de symétrie la décomposition se fait dans le prolongement du rayon OA. La matière fulminante, en se décomposant, augmente de

volume ; elle repousse donc l'air extérieur suivant la force AF ; par réaction, l'air développe une force AF', égale et contraire à l'action et dirigée vers le centre O. C'est le phénomène bien connu du *tourniquet hydraulique* et du *vase à réaction*.

S'il y a homogénéité thermique des points de la surface incandescente, l'ensemble des réactions AF' a une résultante nulle. Dans ce cas, visiblement exceptionnel, le globe demeure immobile.

Le cas le plus habituel est celui où il y a *hétérogénéité thermique* des points de la surface extérieure, ceux-ci n'étant pas tous à la même température. Dès lors, la décomposition de la couche fulminante extérieure commence en certains points seulement, les réactions AF' ne se détruisant pas et ayant, au contraire, une résultante. Il s'ensuit que le globe prend un mouvement de translation dans la direction de cette résultante.

Mais la forme véritablement sphérique est elle-même exceptionnelle, parce que, fût-elle réalisée à l'état de repos du globe fulminant, que l'état de mouvement *ovalise* la surface extérieure de celui-ci. Dès lors, en supposant la réaction AF normale à la surface du globe, l'ensemble de ces réactions n'a pas nécessairement une résultante unique, et la translation peut s'accompagner d'un mouvement de rotation du globe.

Des cas très différents peuvent donc se produire ; ils sont déterminés uniquement par la distribution des points de décomposition de la matière fulminante au fur et à mesure que la surface extérieure du globe se renouvelle.

10. Exemples de globes avec appendice caudal. — a) Episode du fameux ouragan de Saint-Claude, du 19 août 1890, d'après le rapport de M. Cadenat à M. Faye : « ...D'autres, en très grand nombre, ont vu des globes de feu pénétrer dans leur appartement par les cheminées, ou par les portes des fourneaux, et se mouvoir librement dans les chambres *en laissant derrière eux un sillage lumineux, légèrement courbé en spirale.* » (1).

b) « Le 28 août 1830, au milieu d'un violent orage, dont les nuées

1. C. R., t. CXI (1890), p. 494.

noires et surbaissées touchaient presque au sommet des bâtiments, la foudre tomba au milieu de la cour du bureau central de l'octroi de la ville de Paris, encore inachevé. Cette foudre avait la forme d'un gros globe de feu, et elle était accompagnée d'une traînée de vapeur... » ⁽¹⁾.

c) « C'était le 24 mars 1847, vers les 4 heures du soir ; une pluie à grosses gouttes tombait du haut du ciel sur Quranyo, en Grojjam. En même temps, un orage descendait du mont Boraz, vers le bas de la rivière Abaa. J'observai dans le nimbus un éclair de première classe qui descendait, et peu après un éclair globulaire et remontant, mais *étiré d'un côté comme un têtard de grenouille qui aurait la queue tournée vers la terre.* » ⁽²⁾.

d) Observation faite, le 17 mai 1852, à la station de Beuzeville, sur la ligne du Havre : « ...Il était plus de cinq heures (du soir), trois coups de tonnerre violents se succédèrent à peu d'intervalle ; au troisième, la foudre tomba derrière une ferme, à 1 kilomètre environ de la station ; des arbres masquèrent le point où la brillante et forte décharge atteignit le sol. Mais, au même moment, on vit sortir, jaillissant de derrière les arbres, un globe de feu de la grosseur apparente d'un petit obus, d'une couleur rouge-brun, décrivant une trajectoire allongée, *laissant derrière lui une traînée de vive lumière*, marchant à une vitesse modérée. » ⁽³⁾.

e) Observation faite, la soirée du 7 septembre 1907, à Dungass, près Zinder, dans la région du Tchad (Afrique du nord), par le lieutenant de vaisseau Audouin. Après le passage d'un ouragan avec pluie, éclairs et tonnerres et quand les tonnerres étaient déjà assez lointains, un autre éclair fut immédiatement suivi d'une explosion semblable à une canonnade : « ...Je vis, en même temps que je percevais la détonation, une boule de feu paraissant descendre du ciel suivant une trajectoire verticale : *une traînée lumineuse*, telle

1. AMÉDÉE GUILLEMIN, *Le Monde physique*, t. III, Hachette et C^{ie}, 1883, p. 492.

2. *Observations relatives à la physique du globe faites au Brésil et en Ethiopie par Antoine d'Abbadie et rédigées par R. Radau*, Paris, Gauthier-Villars, 1873, p. 168.

3. *C. R.*, t. XXXV (1852), p. 400-401.

une corde qui eût soutenu la boule, apparaissait au-dessus de celle-ci. » (1).

f) Observation de Sovigliana, près d'Empoli, en Toscane, la matinée du 6 mai 1914 : « Peu avant 7^h, l'air se fit obscur comme la nuit, avec un vent impétueux et une pluie diluvienne. Quelques minutes après, un gros globe blanc, *suivi d'une espèce de fumée jaune pâle*, alla éclater sur le clocher de San Bartolomeo. » (2).

Dans les six cas précédemment cités, l'appendice caudal est toujours dirigé, comme cela doit être, en sens contraire du mouvement. L'appendice caudal du cas *a* est légèrement hélicoïdal, ce qui démontre une légère rotation du globe. Dans le cas *c*, en vertu de la règle : *post hoc, propter hoc*, l'éclair descendant de première classe était visiblement l'éclair générateur du globe fulminant remontrant, la queue du têtard montrant le dégagement gazeux de la partie inférieure du globe, source d'énergie déterminant, par réaction sur l'air, l'ascension verticale du globe.

III. HÉTÉROGÉNÉITÉS CHIMIQUES.

11. **Matière fulminante pure.** — Soit une foudre sphérique née d'un éclair fulgurant linéaire qui a éclaté, s'est transformé, est tombé dans un air sans corps fixe ou organique en suspension. Alors, *la matière fulminante est pure*. Si un observateur est, comme M. Jean Kœchlin, de Bitschwiller, assez favorisé pour assister à toutes les phases du développement d'une telle foudre, *il voit la succession des couleurs du corps noir qui se refroidit*, la matière fulminante n'atteignant la forme sphérique ou quasi sphérique que quand la température superficielle est suffisamment basse. Les foudres pures n'ont pratiquement que trois couleurs : jaune, orangé ou rouge, avec les teintes de passage jusqu'au rouge sombre. Au point de vue de

1. *Cosmos, Revue des sciences et de leurs applications*, 59^e année, nouvelle édition, fascicule du 8 janvier 1910, p. 30.

2. Relation adressée par le Rev. D. Giulio Cipriani, curé de Sovigliana, au prof. Galli : *Effetti dei fulmini globulari sull' uomo e sugli animali*, § VIII (Estratto dalle *Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei*, t. 32, 1914).

la fréquence; les globes jaunes sont rares, les globes orangés assez fréquents, les globes rouges les plus fréquents à cause du temps mis par la matière fulminante pour arriver, en se refroidissant, à l'aire minima.

Il peut arriver que l'on voit simultanément deux ou plusieurs globes, formés de matière fulminante pure, et que l'on ait des raisons de croire simultanément produits par la même cause; dès lors, si les sphères ont le même rayon sensiblement, la couleur doit être la même; si les rayons sont nettement différents, la couleur du plus petit devra être invariablement rouge, le plus grand étant jaune ou orangé. Le fait suivant, narré par M. le prof. Muller à la société géographique russe, en est la vérification: « Le 30 juillet (1888), raconte un témoin oculaire, non loin de Vladikavkas; à six heures du soir, je marchais le long des flancs de montagnes boisées, lorsque j'entendis un bruit sourd, qui allait grandissant. Je m'arrêtai, et j'aperçus au-dessous de moi un groupe de boules de feu en chapelet; elles se mouvaient très lentement dans la direction de la vallée. Je distinguais nettement trois boules: celle du milieu était jaune, avec des reflets dorés; elle avait deux pieds de diamètre. Sur ses côtés, il y avait deux boules magnifiquement colorées en pourpre. Le phénomène dura trois minutes. » (1).

Le prof. Galli, qui cite cette observation, ajoute que les globes latéraux paraissaient moins grands que celui du milieu. Il semble bien qu'ici la direction de la translation soit perpendiculaire à la direction des globes. Nous reviendrons d'ailleurs sur ce cas par la suite.

12. Statistique du prof. Galli. — L'apparition des foudres sphériques étant fortuite, le plus souvent elle passe inaperçue; quand, par hasard, un observateur en voit une, il note sa couleur à ce moment, les récits mentionnant habituellement une seule couleur, comme si celle-ci n'était pas fonction de la température superficielle de la matière fulminante.

1. *La Nature*, 1888, 2^e semestre, p. 415. Cité par GALLI, *Effetti del fulmini globulari sull'uomo e sugli animali*, § I, p. 4-5 (Estratto dalle memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lineei, t. XXXII, 1914).

Le prof. Galli a publié une statistique de 81 cas dans lesquels la couleur des foudres sphériques *et des autres foudres à contour défini* est indiquée avec précision par les témoins ou les rédacteurs des récits. Voici le tableau qui résume cette statistique (1):

<i>Couleur.</i>	<i>Nombre des cas.</i>	<i>Remarques</i>
Rouge	26	1 rouge puis bleue ; 3 avec centre obscur.
Bleue	12	1 scintillante.
Blanche	9	2 argentées.
Jaune	8	1 couleur d'or.
Verte	4	1 avec des zones rouges et jaunes.
Orangée	3	1 avec des taches rouges.
Violettes	2	
Rouge et blanche	1	
Blanche et bleue	1	
Couleurs variées	4	
Noire	6	1 de fumée dense.
Blanche sans lumière propre	5	dans un cas, beaucoup de globes avaient une couleur de soufre.

Cette statistique peut se mettre sous la forme suivante, dont la logique apparaîtra par la suite :

Couleurs du refroidissement du corps noir, simples ou doubles...	47 cas,
Autres couleurs, simples ou doubles	20 —
Couleurs variées (non indiquées)	4 —
Couleur noire	6 —
Couleur blanche sans lumière propre	4 —
Total =	81 cas.

13. Couleurs du refroidissement du corps noir. — Ces couleurs, qui correspondent à une matière fulminante pure, se présenteront 47 fois sur 81 cas ; la fréquence est sensiblement de 58 %. Les trois tons colorés, supposés simples, interviennent ainsi :

Jaune	8 cas,
Orangée	3 —
Rouge	26 —
	37 cas.

1. I. GALLI, *I Principali caratteri dei fulmini globulari* § XXX, p. 56 (Estratto dalle Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei, t. XXVIII, 1910)

Conformément au § 12, le rouge apparaît près de 70 fois sur 100 ; le jaune et l'orangé sont donc bien moins fréquents, ce qui est conforme à l'observation ; mais il semble qu'il y ait contradiction avec l'observation en ce qui concerne la fréquence relative des globes jaunes et des globes orangés, ces derniers devant apparaître plus fréquemment que les jaunes, alors que la statistique du prof. Galli indique le contraire. On peut répondre à cela deux choses : d'abord, que la statistique considérée s'étend vraiment à un petit nombre de cas et que les fréquences faibles sont bien mal déterminées en pareil cas ; mais nous croyons que la vraie raison est autre et serait la suivante. Les observateurs sont, la plupart du temps, des gens vivant dans les champs et partant peu instruits ; pour eux, et même pour des gens cultivés, il n'y a que deux couleurs du corps noir qui se refroidit : le jaune et le rouge. L'orangé est une nuance subtile, inventée par les physiciens, et qu'ils ne connaissent que très imparfaitement : pour eux, l'orangé pas trop foncé est une teinte du jaune ; dès lors, la fréquence du jaune doit être trop grande et par suite celle de l'orangé trop petite, ce qui est bien conforme à l'observation. Par contre, l'orangé foncé est un rouge jaunâtre, donc un *rouge* ; il s'ensuit que, pour cette raison, la fréquence du rouge doit être un peu trop élevée. En voici deux preuves formelles. Le cas 2 du tableau suivant, libellé par Galli « orangé avec des taches rouges » dans le tableau du § 13, se rapporte à l'observation décrite à Arago par M. Butti, peintre de *marine* de l'impératrice d'Autriche. Si l'on se reporte à la page 30, il définit ainsi la couleur du globe igné : « jaune rougeâtre avec quelques taches plus rouges encore ». Ainsi, pour un peintre renommé, l'*orangé* des physiciens n'existe pas : c'est un jaune rougeâtre, c'est-à-dire un *jaune*.

La seconde preuve est dans l'observation suivante faite à Callianetto, fraction de Castell' Alfero, de l'arrondissement d'Asti, le 19 mai 1911 vers 17^h. La foudre entra dans l'étable par la fenêtre. Là s'était rassemblée toute la famille de Francesco Barbero, qui habitait cette maison et était composée de sept personnes ; plusieurs autres villageois y étaient accourus pour se garantir de l'orage... Tous virent « comme une langue de fer *rouge jaune*, plus grosse

d'un côté, faire le tour des murs et ensuite disparaître ». Ici, un orangé foncé est rangé dans la catégorie du rouge ; la statistique de l'orangé est encore diminuée, mais cette fois au profit du rouge ('). Voir un cas analogue au § 24.

14. Couleurs multiples des globes. — Il y a 9 cas sur 81 (fréquence 11 %) pour lesquels la couleur du globe n'est pas unique ; ces singularités colorées se résument ainsi :

1. Vert avec des zones rouges et jaunes.....	1 cas,
2. Orangé avec des taches rouges.....	1 —
3. Rouge et blanc.....	1 —
4. Jaune et blanc.....	1 —
5. Bleu et blanc.....	1 —
6. Couleurs variées non explicitées.....	4 —
Total =	9 cas.

La différence de couleur précise les *hétérogénéités thermiques* de la surface, qui sont ainsi prises sur le fait (voir § 8). Dans le cas 2, les taches rouges sont plus froides que la matière orangée ; dans les cas 3 et 4, le rouge et le jaune sont respectivement plus froids que le blanc ; dans les cas 1 et 6, l'hétérogénéité thermique est plus compliquée.

Les hétérogénéités thermiques de la surface des globes, qui sont nettement accusées ici par une différence de couleur, existent néanmoins dans le cas des globes *tournants*, même supposés d'une teinte uniforme. Le fait qu'on les voit tourner prouve suffisamment que de petites différences d'éclat existent entre les divers points de leur surface apparente. Cette idée a déjà été exprimée par le prof. Galli (').

15. Couleurs autres que celles du corps noir qui se refroidit. — Etudions maintenant les 20 cas de couleurs, simples ou multiples, autres que celles du refroidissement du corps noir (dont

1. I. GALLI, *Gli effetti fisici e chimici dei fulmini globulari*, § IV, p. 14-15. (Estratto dalle *Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei*, t. XXX, 1912.

2. I. GALLI, *I principali caratteri*, etc..., § XIII, p. 28.

la fréquence est 47/81 ou 58 %) et autres que le *noir* et le *blanc sans lumière propre*. On a :

1. Couleur bleue.....	12 cas,
2. — verte.....	4 —
3. — violette.....	2 —
4. — rouge puis bleue.....	1 —
5. — blanche et bleue.....	1 —
Total = 20 cas.	

Les 20 cas, de fréquence 25 %, sont *caractérisés par le bleu, seul ou superposé aux couleurs du refroidissement du corps noir*. On a, en effet, les équations symboliques un peu approximatives suivantes, tirées de la règle du cercle chromatique de Newton, ou même, pour la première et la troisième, de la pratique vulgaire :

vert = *bleu* + *jaune*, blanc = *bleu* + *orangé*, violet = *bleu* + *rouge*.

On peut faire rentrer dans ce cas celui des trois globes vus par la formule Heynard au sommet du Puy de Dôme, le 15 avril 1916, dont la couleur était un blanc légèrement mauve :

mauve = *bleu* + *rose* ⁽¹⁾.

Il convient de s'expliquer ici sur l'expression *blanc sans lumière propre* employée par le prof. Galli dans la statistique qu'on a vue plus haut ⁽²⁾. Cette expression ne rentrant pas, à proprement parler, dans la terminologie habituelle des physiciens, cherchons son sens exact. Pouillet a fait de nombreuses expériences pour exprimer en degrés (centigrades) les températures correspondant à

1. E. MATHIAS, *Sur trois observations d'éclairs en boule faites au sommet du puy de Dôme* : *Ann. de Phys.*, t. V, (1916), p. 365. La citation suivante montre que les observations de la famille Heynard n'ont pas un caractère exceptionnel : «...par exemple, tout le long du puy de Dôme, par pluie d'orage, on voit souvent courir autour de la montagne de semblables globes de feu. M. Alluard, en descendant du puy de Dôme, en a souvent observé de toutes les grosseurs. On dirait des balles élastiques bondissant de roches en roches ». [HENRI DE PARVILLE, *Causeries scientifiques*, 16^e année (1876), pp. 287-288].

2. I. GALLI, *I principali caratteri*, etc..., § XXX : «blanco senza luce propria», p. 56.

différents aspects d'un ballon de platine; il est arrivé aux résultats suivants (!) :

Couleurs du platine.	Température.	Couleurs du platine.	Température.
Rouge naissant.....	525°	Orangé foncé.....	1100°
Rouge sombre.....	700	Orangé clair.....	1200
Cerise naissant.....	800	Banc.....	1300
Cerise.....	900	Banc soudant.....	1400
Cerise clair.....	1000	Banc éblouissant.....	1500

Il n'y a pas de doute que la blanc de 1300-1400-1500° ne soit le blanc avec lumière propre; au contraire, le blanc donné par la superposition de deux couleurs simples exactement complémentaires, comme celui qui est donné par l'équation symbolique :

$$\text{blanc} = \text{bleu} + \text{orangé}$$

correspond à la température 1100-1200° d'un corps orangé, à la surface duquel il y a une émission supplémentaire de lumière bleue. Le blanc, d'intensité faible, ainsi obtenu, peut être considéré comme une interprétation acceptable, quoique non nécessaire, de l'expression de l'honorable savant italien.

Quant à la série des teintes que donnerait le bleu superposé aux couleurs du refroidissement du corps noir, elle est donnée dans le tableau suivant :

Couleurs du corps noir qui se refroidit	}	blanc	jaune	orangé	rouge	rouge sombre,
Couleurs du même corps après superposition du bleu		bleu clair	vert	blanc	violet	rouge, violacé.

Pour une température intermédiaire entre celles de l'orangé et du rouge, la superposition du bleu donnerait un violet clair ou un mauve; et cela expliquerait très bien la coloration légèrement mauve des trois éclairs en boule observés au sommet du puy de Dôme par la famille Heynard en 1916.

Remarque. — La superposition des couleurs, dont il est constamment question dans ce paragraphe, doit être entendue dans le

1. DAGUIN, *Traité élémentaire de physique*, 4^e édition, Toulouse, Paul Privat, 1878, t. II, p. 41.

sens *subjectif* et non dans le sens *objectif*. Il s'agit, en effet, dans la réalité, non d'une superposition *mais d'une juxtaposition des couleurs en question*. Celles-ci se produisent en des points extrêmement voisins ; les droites qui joignent ces points au centre optique de l'œil sont parallèles sensiblement ; dès lors, les rayons, après réfraction par l'œil, vont converger en un même point de la rétine ; il y a à ce moment, mais à ce moment seulement, superposition des couleurs des points diversement colorés. *La superposition a lieu sur la rétine, tandis que la réalité consiste dans une juxtaposition*. Ce qui se passe est identique au phénomène des plaques trichromes des frères Lumière, où les éléments qui, trois à trois, produisent la lumière blanche, sont à côté les uns des autres répartis au hasard et donnent par transmission la sensation du blanc pur.

Autre remarque. — Comme la surface apparente d'une foudre globulaire se renouvelle constamment par la décomposition des molécules superficielles les plus froides, la teinte change constamment en de nombreux points. De là, *l'impression de papillement, de changement incessant de la matière fulminante, son caractère inquiet*, si l'on peut s'exprimer ainsi, qui fait deviner qu'il s'opère en elle des changements incessants.

L'originalité de notre théorie est que c'est le même mécanisme qui convient pour expliquer le mouvement, la couleur, le bruit et même l'odeur de la matière fulminante.

16. Origine de la coloration bleue. — Quel est donc le corps qui apporte la coloration bleue nécessaire pour rendre compte de certaines teintes observées sur les éclairs sphériques ?

On sait que, souvent, et surtout en temps d'orage, l'air est agité à des hauteurs considérables et peut tenir en suspension des matières fixes et des matières organiques végétales ou animales (pollen, graines, spores, animalcules, etc...). G. Planté a dit : « On peut compter aussi parmi les causes de la vivacité de la lumière émise quelquefois par les globes fulminants l'incandescence des particules cosmiques de l'atmosphère qui, bien qu'en quantité très minime, ajoutent leur éclat à celui de l'air et de la vapeur d'eau raréfiés et incandescents. Ces particules contiennent, en

« effet, outre les matières organiques, des matières minérales telles que le fer, la silice, la chaux, etc... (*Les Poussières de l'air*, par GASTON TISSANDIER, Paris, 1877, p. 12), substances douées d'un grand pouvoir d'irradiation à une haute température. » (1).

G. Tissandier (2) a soumis à l'analyse un échantillon de la pluie de poussière tombée à Boulogne-sur-Mer, le 2 octobre 1876, principalement vers 3^h du soir. Elle offre la composition suivante :

Matières organiques	9,75
Silice	55,21
Alumine, avec traces de sesquioxyde de fer.....	1,81
Carbonate de chaux	30,57
Carbonate de magnésie	2,21
Non dosé et perte	0,45
	100,00

Les éruptions volcaniques projettent parfois dans l'atmosphère des masses énormes de cendres ; les plus remarquables sous ce rapport sont celles du volcan Coseguima (baie de Fonseca), celle du Timboro (île Sambawa) en 1815 (3) et, beaucoup plus récemment, celle du Krakatoa, dont les cendres ont fait le tour de la terre et se sont maintenues de longs mois en suspension dans les hautes régions de l'atmosphère, en produisant pendant ce temps des couchers de soleil splendides.

Dans les recherches qu'il a entreprises dès 1869 sur les poussières atmosphériques, G. Tissandier a démontré que les corpuscules en suspension dans l'air contiennent des proportions notables de fer. Depuis, il a fait observer qu'une partie des parcelles solides aériennes pouvait trouver son origine dans les débris de météores qui se brisent au sein de notre atmosphère. Il est parvenu, en effet, à isoler de la masse des poussières atmosphériques des globules ferrugineux et magnétiques, dont l'origine ne peut être attribuée qu'à des débris de matière cosmique incandescente.

Les parcelles *attirables à l'aimant* peuvent se diviser ainsi :

1. G. PLANTÉ, *loc. cit.*, p. 33.

2. G. TISSANDIER, *l'Océan aérien. Etudes météorologiques*, Paris, G. Masson, p. 228.

3. G. TISSANDIER. *loc.cit.*, p. 232-233.

a) fragments grisâtres amorphes, de 0^{mm},10 à 0^{mm},05 ; b) particules noires et opaques mamelonnées beaucoup plus petites, de 0^{mm},05 à 0^{mm},01 ; c) particules fibreuses de même grandeur ; d) corpuscules noirs et opaques parfaitement sphériques, de 0^{mm},02 à 0^{mm},01 de diamètre environ ; e) corpuscules sphériques semblables, munis d'un petit goulot. Ces corpuscules sont essentiellement formés de fer, mais leur faible poids n'a pas permis à l'auteur d'y rechercher le nickel et le cobalt et d'en faire l'analyse complète. Il les a rencontrés dans toutes les poussières atmosphériques qu'il a examinées ; il les a trouvés dans le sédiment de la neige des Alpes prélevée au col des Fours, en 1874, par Albert Tissandier, son frère, à 2.710 mètres d'altitude ; dans les sédiments provenant de pluies recueillies pendant plusieurs mois à l'observatoire maritime de M. Hervé-Mangon à Saint-Marie-du-Mont (Manche), au milieu de vastes herbages et non loin du voisinage de la mer, etc... (1)

« Les débris provenant du règne animal que j'ai eu occasion d'observer, dit Pouchet (2), sont principalement les suivants : divers petits animaux desséchés et infiniment petits, tels que les helminthes appartenant au genre oxyure et des vibrions de diverses espèces ; j'y ai souvent trouvé des squelettes d'infusoires sinués, surtout des navicules, des bacillaires et des diatomées, des fragments d'antennes de coléoptères, des écailles d'ailes de papillons diurnes et nocturnes, des poils de laine de diverses couleurs provenant de nos vêtements souvent teintés en bleu, en rouge vif et en vert, des poils de lapin, de chauve-souris, des barbes de plume, des fragments de tarses d'insectes, des cellules épithéliales, des fragments de peau d'insectes divers ; deux fois seulement, dans mille observations, j'y ai reconnu un de ces gros œufs d'infusoires, du diamètre de 15 millièmes de millimètre, que les naturalistes désignent sous le nom de *kystes*.

« Les corpuscules qui appartiennent au règne végétal et que j'ai observés sont les suivants : des fragments de tissus de diverses

1. G. TISSANDIER, *loc. cit.*, p. 226 et suivantes.

2. POUCHET, *Traité de la génération spontanée*, 1859, Cité par P. MIGUEL *Les organismes de l'atmosphère*, Paris, Gauthier-Villars, 1883, p. 5.

« plantes, des fibres ligneuses en petit nombre, plus souvent des débris de cellules; fréquemment des poils d'orties et de végétaux appartenant à des espèces variées; des fragments d'aigrettes de synanthérées, beaucoup de filaments de coton ordinairement bleus et quelquefois teints de diverses couleurs provenant de nos vêtements; quelques fragments d'antennes et des grains de pollen de malvacées, d'épilobium et de pin, des *spores de cryptogames*, mais en petit nombre. Enfin j'ai rencontré, presque partout où mes observations se sont étendues, une très notable quantité de *fécule de blé* mêlée à la poussière, soit récente, soit ancienne; puis, dans des cas plus rares, on y découvre de la *fécule d'orge*, de seigle et de pomme de terre. »

A l'inventaire fort exact de Pouchet, une seule correction doit être faite; les spores de cryptogames, loin d'être en fort petit nombre, sont au contraire fort répandus (1).

Le transport par le vent des grains de pollen des conifères donne lieu au phénomène bien connu des *pluies de soufre*. Les pluies de têtards sont bien connues également. D'autre part, beaucoup de plantes épiphytes des régions tropicales et subtropicales (les orchidées, par exemple) possèdent des graines très ténues qui demeurent longtemps en suspension dans l'air.

Enfin il semble bien établi aujourd'hui que les algues aériennes, particulièrement les *Vaucheria repens* et *hamata*, jouent par toute la terre un rôle de peuplement des territoires nus, les algues préparant le terrain aux fougères, comme celles-ci le feront à leur tour aux phanérogames (2).

L'air tenant en suspension des substances fixes et de la matière organique végétale et animale, lorsqu'un éclair jaillit, il arrive souvent que la matière fulminante du reste d'éclair rencontre ces substances et les absorbe. Elle est alors *impure*; par rapport à la matière fulminante *pure*, formée dans un air ne contenant aucune matière en suspension, elle jouit de propriétés nouvelles que nous allons essayer d'analyser.

1. P. MIQUEL, *loc. cit.*, p. 6.

2. A. DE PUYMALY, *Recherches sur les algues vertes aériennes*, Bordeaux, Delbreil, 1924, p. 88.

Les matières protéiques, qui constituent essentiellement le protoplasme de tous les êtres vivants, ont la composition centésimale suivante (1) :

Carbone.....	50 à 55	‰.
Hydrogène	6,6 à 7,3	—
Azote	15 à 19	—
Oxygène	19 à 24	—
Soufre	0,3 à 2,4	—

On voit qu'elles contiennent toujours du *soufre*. Les organismes végétaux dans lesquels, plus particulièrement, on a signalé la présence du soufre libre dans les tissus (2) ne sont pas de ceux qu'on trouve communément dans l'atmosphère ; mais ces derniers renferment sûrement du soufre à l'état combiné dans leur protoplasme.

Dès lors, tout s'explique ; selon que le soufre absorbé par la matière fulminante est réparti à sa surface régulièrement ou non, la couleur bleue du soufre qui brûle dans l'oxygène apparaîtra en tous les points de la foudre sphérique ou seulement en quelques-uns, se superposant à celle du corps optiquement noir qu'est la matière fulminante pure, comme cela sera démontré plus loin.

17. Preuves de la présence du soufre dans certaines matières fulminantes. — La présence des sulfures de fer, de cuivre ou d'or dans les matières laissées par la foudre ne permet pas de doute sur la présence du soufre dans certaines matières fulminantes. Un des cas les plus anciens certainement a été signalé par le chimiste Bonjean :

Le dimanche 14 juin 1846, la foudre tomba sur l'église paroissiale de Saint-Thibaud-de-Couz, à trois lieues de Chambéry, et l'église se trouva remplie d'une épaisse fumée, accompagnée d'une forte odeur que le cerc a comparée à celle de la poudre... Ayant entendu dire que des objets dorés avaient été noircis par la

1. E. LAMBLING, *Précis de biochimie*, Masson et C^{ie} Paris, 1919, p. 23-24.

2. Par exemple : *Beggiota mirabilis*, *Beggiota alba*. Ces algues vivent dans l'eau de mer et dans l'eau douce quand de la substance organique et une certaine quantité d'hydrogène sulfuré sont présentes ; elles ont, comme Winogradsky l'a montré, la remarquable propriété d'oxyder l'hydrogène sulfuré et de conserver le soufre dans leurs tissus sous la forme de petites sphères. (D^r HANS MOLISCH, *Mikrochemie der Pflanze*, Iéna, Gustav Fischer, 1923, p. 67-68).

foudre, je me transportai sur les lieux le lendemain de l'accident, afin d'examiner quelle pouvait être la nature de cette altération, et m'assurer si le soufre ne serait point, en partie, la cause du phénomène... Je trouvai que le cadre doré d'un tableau de grande dimension, ornant le fond de la chapelle, était presque entièrement noirci dans ses parties droites, longitudinales et transversales. Six chandeliers dorés, de 1 mètre de hauteur, qui garnissaient cette chapelle, ont tous été noircis comme le serait du cuivre, après un séjour prolongé au contact du gaz sulfhydrique. Une croix de même nature que les chandeliers, et placée au centre de ces derniers, n'a pas été altérée.

...Je me suis procuré une certaine quantité de poudre en râclant la surface des chandeliers qui avaient été le plus fortement atteints. Cette poudre, soumise à l'action prolongée de l'eau régale bouillante qui la dissout en partie, a fourni une dissolution colorée en jaune, dans laquelle l'azotate de baryte a déterminé un trouble blanc-opaque, très léger d'abord, mais qui n'a pas tardé à augmenter avec le temps. Un grand excès d'acide azotique pur et concentré n'a pu faire disparaître ce trouble. Quelques heures après, le fond du verre contenait un léger précipité blanc, et, le lendemain, les parois du verre étaient tapissées par une poudre blanche qui y était fortement adhérente. Cette dissolution contenait donc de l'acide sulfurique, dont le soufre ne pouvait provenir que de la poudre noire recueillie sur la surface des chandeliers atteints par la foudre. Inutile de dire que, pour éviter toute chance d'erreur, j'ai acquis la conviction que l'eau régale employée était chimiquement pure, et que l'espèce de stuc apposé sur les surfaces des chandeliers avant leur dorure ne contenait aucune trace de sulfate. Les filtres dont je me suis servi ont été lavés avec de l'acide chlorhydrique étendu et pur, jusqu'à ce que les eaux de lavage aient cessé de se troubler par l'azotate de baryte (1).

Le professeur Galli dit formellement : « ...La présence du soufre semble clairement prouvée par les analyses du professeur Fusinieri, lequel découvrit du sulfure de fer dans la poudre noire déposée par la foudre, non seulement sur les murs et sur les bois des maisons, où l'on trouve aussi du sulfure de cuivre, mais encore *sur un peuplier en pleine campagne* (2). Quand, dans un lieu foudroyé, il n'existe pas d'objets de fer, il faut supposer que le fer du sulfure provient de poussières atmosphériques qui le contiennent sous des formes variées (3). Mais, dans la ville, le soufre peut être également pris dans les émanations gazeuses des écuries, des garde-robe et des égouts... » (4).

1. BONJEAN, *Présence du soufre sur les corps métalliques foudroyés* : C. R., t. XXIII (1846), p. 153.

2. FUSINIERI, *Memorie supra la luce, il calorico, la elettricità, il magnetismo, l'elettromagnetismo, ed altri oggetti*. Padova, 1846, p. 13-39.

3. G. TISSANDIER, *L'Océan aérien, Etudes météorologiques*, Paris, 1884, p. 238-242.

4. IGNAZIO GALLI, *Gli effetti fisici e chimici dei fulmini globulari*, § XXI, p. 53.

Le 5 décembre 1876, la foudre tomba sur une maison de Varèhes contiguë au commissariat de la marine et y commit des méfaits nombreux. Dans cette maison, MM. de Limur et Monteil trouvèrent couverte de sulfure de cuivre la surface d'un fil de cuivre relié à la sonnette ⁽¹⁾.

Dans un cas, M. Fusinieri a trouvé de petits cristaux de sulfure de fer sur une barre de fer que la foudre avait frappée ⁽²⁾.

« Le 24 août 1764, la foudre frappa le château électoral d'Heidelberg, et le lendemain on trouva les ardoises couvertes de petits corps jaunés qu'on reconnut pour du soufre » ⁽³⁾. (Cité par SESTIER, *loc. cit.*, t. I, p. 229.)

Enfin Sestier donne l'opinion suivante, qu'il est intéressant de recueillir : « Dans quelques cas, il est possible que le dépôt de soufre provienne de la nuée orageuse d'où la foudre est partie » (Loc. cit., t. I, p. 229).

18. Odeur des foudres impures. — Tout ce qui précède résulte de la seule notion de la couleur des foudres sphériques ou, d'une manière plus générale, des foudres de forme définie ou limitée. Introduisons maintenant la notion de l'odeur.

Certaines foudres n'ont pas d'odeur. Lorsqu'elles en ont une, les témoins s'accordent pour assimiler l'odeur à celle du *soufre brûlé*, ou de la *poudre brûlée*, ou pour parler d'odeur nauséabonde.

Le professeur Galli dit notamment : « Si l'odeur d'anhydride sulfureux, d'acide sulfhydrique, de cadavre putréfié et beaucoup plus souvent de poudre à canon n'est pas illusoire, nous devons admettre que dans la foudre, ou dès le commencement, ou par absorption ultérieure, peut se trouver le soufre, lequel entre ensuite en combinaison avec l'oxygène de l'air, avec l'hydrogène de l'eau décomposée et avec le carbone de la fumée ou des corps organiques microscopiques en suspension dans l'atmosphère. » ⁽⁴⁾.

1. *Bulletin hebdomadaire de l'Association scientifique de France*, t. XIX (1276-77), p. 237.

2. F. SESTIER, *loc. cit.* p. 228.

3. HEMMER, *Act. Acad. Theod. Pol.*, VI, p. 342, et IV, p. 44.

4. I. GALLI, *Gli effetti fisici e chimici*, § XXI, p. 53.

Nous devons à Sestier les renseignements suivants :

L'intérieur des navires frappés par la foudre est très souvent rempli d'odeur sulfureuse ou de vapeur épaisse et sulfureuse, pour nous servir des expressions employées par les narrateurs de l'accident.

Sur les dix-neuf relations qui mentionnent l'odeur de la vapeur ou de la fumée qui remplissait la cale, les entre-ponts et les cabines, sept fois c'était une vapeur épaisse avec odeur sulfureuse (le *Belléophon*, le *Competitor*, le *Frisk*, le *Hawk*, le *London*, la *Mignonne*, le *Trident*).

Onze fois, il n'est pas fait mention de vapeur mais d'une forte odeur sulfureuse, quelquefois analogue à celle qui résulte de l'inflammation de la poudre (l'*Atlas*, l'*Achates*, la *Belette*, le *Blazer*, la *Colombine*, le *Diamanten*, le *Goliath*, le *Hyacinth*, le *Squirrel*, le *Wasp*, la *Thémis*).

L'odeur sulfureuse disparut, en général, promptement ; elle persista dans l'*Atlas* tout le jour et toute la nuit suivante.

Le vaisseau de ligne le *Goeymin* fut foudroyé en 1812. Dans la visite qui suivit l'accident, dit M. Ribouet, je me fis accompagner d'un officier et du maître canonnier. Arrivé à la grande soute à poudre de derrière, je la trouvai intacte ; mais lorsque je fis ouvrir la soute à pain, qui y était attenante, il en sortit aussitôt une fumée noire et épaisse et une odeur sulfureuse qui faillit nous suffoquer tous, quoique le maître canonnier n'eût fait qu'entreouvrir la porte et la refermer aussitôt. Étant entrés immédiatement dans la soute à pain, nous n'y trouvâmes, à notre grand étonnement, aucune trace de feu, mais seulement un bouleversement complet : plus de vingt milliers de bisouits avaient été remués de fond en comble, sans qu'on parvint à découvrir aucun indice du chemin qu'avait dû suivre la matière fulminante pour parvenir dans cet endroit.

Au mois d'août 1842, près de Nankin, le *Défiance*, grand bâtiment de transport, chargé d'approvisionnements y compris des fusées, fut foudroyé et rempli d'une fumée sulfureuse qui consterna les troupes et les marins, qui crurent à une prochaine explosion (Harris).

La *Félicité* fut foudroyée le 16 décembre 1856, près de Bône..., la foudre frappa le mât de perroquet sous la forme d'une immense gerbe de feu ; le navire fut tout entier environné de flammes, et envahi par une très forte odeur de soufre (*Cosmos*, t. X, 1857, p. 325-398) ⁽¹⁾.

L'odeur sulfureuse des fragments détachés des arbres par la foudre a été constatée par plusieurs observateurs ; dans quelques cas, cette odeur était très forte quand on achevait de détacher l'écorce des arbres foudroyés (Fusinieri) ⁽²⁾.

L'opinion de G. Planté sur l'odeur de la matière fulminante est particulièrement intéressante et instructive à recueillir. La voici :

§ 15. Odeur produite par les globes fulminants. — L'odeur particulière qui accompagne la chute des globes de feu et même de la foudre ordinaire peut s'expliquer encore par la combustion des parcelles cosmiques jointe à celle de la

1. SESTIER, *loc. cit.*, t. I, p. 367-369.

2. SESTIER, *loc. cit.*, t. I, p. 433.

matière même frappée directement par la décharge sur le point où elle atteint le sol. On conçoit que, dans le long parcours d'un éclair ou la traversée d'une colonne d'air par le flux électrique, les parcelles cosmiques soient en assez grand nombre pour donner une odeur sensible par leur combustion.

L'ozone et les produits nitreux fournis par la combinaison des éléments de l'air y contribuent aussi, sans doute, pour une certaine part.

L'odeur sulfureuse s'explique par la décomposition des matières organiques ou minérales rencontrées à la surface du sol et qui renferment souvent du soufre ou des sulfures ⁽¹⁾.

On pourrait être tenté d'attribuer l'odeur de la matière fulminante impure à l'ozone, corps *bleu* qui existe normalement dans l'air et est dû à des causes diverses (électrification de l'oxygène, fécondation des végétaux) et dont l'odeur est à la fois alliée et sulfureuse. Habituellement, personne ne signale l'odeur alliée de l'ozone. Toutefois, l'ingénieur C. de Jans cite six cas d'ozone expressément affirmé pour des foudres globulaires, dans l'un desquels on cite même son action décolorante ⁽²⁾.

Il ne me semble pas, dit le professeur Galli, que l'odeur dite communément sulfureuse puisse être toujours celle de l'ozone, parce que dans certains cas elle dure trop longtemps ou infecte l'eau, et l'on connaît l'instabilité de l'oxygène allotropique.

En juin 1749, deux gros globes écâtèrent dans une maison de campagne peu éloignée de Florence, et le professeur Carburì trouva la maison pleine de vapeurs et y sentit l'odeur de soufre, bien que la foudre fût tombée un jour auparavant ⁽³⁾.

En février 1767, une foudre *de forme conique* écata dans une maison de Presbourg, tournoya par les saies, brûla les mains et le visage d'une petite fille ; fit d'autres dommages et sortit par le tuyau de la cheminée en laissant une odeur de soufre qui y resta de nombreuses heures ⁽⁴⁾.

Le 18 février 1770, longtemps après le coup de foudre qui jeta à terre, sans connaissance, toutes les personnes réunies pour entendre les litanies dans l'église de Saint-Kevern (Cornouailles), l'église était encore remplie d'une odeur sulfureuse presque suffocante ⁽⁵⁾.

Voici maintenant des observations rassemblées ou directement faites par le professeur Fusinieri et citées par le professeur Galli ⁽⁶⁾ :

1. G. PLANTÉ, *loc. cit.*, p. 35-36.

2. C. DE JANS, *Coup d'œil rétrospectif sur les essais d'explication de la foudre globulaire*, Bruxelles. 1912, p. 14, en note.

3. GIAMBATTISTA BECCARIA, *Dell' Elettricismo naturale*, ch. V, § 63.

4. I. GALLI, *Gli effetti fisici e chimici dei fulmini globulari*, § XX, p. 50.

5. F. ARAGO, *loc. cit.*, p. 92.

6. I. GALLI, *Gli fisici e chimici*, etc..., § XX, p. 51.

Dans l'après-midi du 12 juillet 1827, une foudre descendit par la cheminée dans la maison du comte Annibal Thiene à Lisiera, près Vicence. Dans la cuisine, une fumée dense qui avait une odeur sulfureuse insupportable ; la même odeur était répandue dans tous les autres lieux traversés par la foudre, au point que les meubles sentirent cette odeur *pendant deux jours*.

Le 13 juin 1831, à Padoue, une foudre entra dans la maison du docteur Montesanto, où elle fondit et brûla un fil de fer de sonnette. Fusinieri dit : « On me donna un morceau de mortier fait « d'un demi-cône tronqué, avec un canal dans lequel passait le « fil de la sonnette ; il était couvert extérieurement et dans le « canal d'une matière brune légèrement étendue et incrustée. Bien « que deux jours se fussent passés, ce morceau de mortier gardait « une odeur sulfureuse que moi-même j'ai senti. »

La foudre qui, le 8 août 1831, vagua à travers une maison de Schio, laissant précisément une odeur de poudre de fusil pourrie, sortit en perçant les murs intérieurement à la maison et en lançant du mortier et des plâtras à une certaine distance. Un des trous avait à l'intérieur et à l'extérieur une matière noirâtre et fuligineuse et Fusinieri ajoute : « Dans cette occasion, j'ai pu sentir une odeur « sulfureuse très distincte dans ce trou, *odeur qui durait depuis le* « *jour précédent* ; et ayant récolté de ce trou du mortier pulvérisé, « il conserva la même odeur sulfureuse, et il la retint pendant plu- « sieurs jours consécutifs, jusqu'au 12 août (*c'est-à-dire pendant quatre jours*), comme cela fut senti par lui et par d'autres. » (1).

Dans ces cas très fréquents d'odeur sulfureuse persistante, il ne peut donc être question d'attribuer celle-ci à l'ozone. La présence du soufre dans la matière fulminante n'est pas douteuse.

Enfin une dernière conclusion s'impose : *la matière fulminante pure n'a pas d'odeur*, celle-ci étant liée à la présence du soufre, donc à la présence de la lumière bleue dans les foudres de forme limitée et plus particulièrement sphérique.

19. Observations sur lesquelles s'appuie la théorie précédente. — a) « Une soirée de septembre 1893, le professeur Oza

1. A. FUSINIERI, *loc. cit.*, p. 18.

Ann. des P. T. T., 1928-VII (17^e année).

« Giuntini et trois de ses amis jouaient assis à une table ronde au rez-de-chaussée d'une maison de campagne proche de Casarano, dans la province de Lecce. Vers 7^h, survient un orage avec pluie diluvienne et grêle. Alors, descend du grenier *un gros globe en forme d'amphore*, haut de 25 à 30 centimètres, vert, resplendissant, bandé de rouge et de jaune à la partie supérieure ; il fait deux ou trois révolutions autour du groupe des quatre amis, se raccourcissant et se réduisant à une forme quasi sphérique, et ensuite sort par la fenêtre ouverte. Le professeur Giuntini sentit seulement, pendant une demi-heure, une légère douleur à l'épaule droite. » (1).

Aucun exemple n'illustre mieux la théorie que nous exposons.

Le reste d'éclair arrivant avec vitesse a une forme allongée (amphore) ; les révolutions qu'il fait autour de la table le refroidissent et, sa tension superficielle augmentant à mesure que sa température superficielle baisse, raccourcit sa forme, l'élargit et l'amène finalement à la forme quasi-sphérique au moment où il s'évade par la fenêtre ouverte.

Au point de vue de la couleur, il s'agit ici d'une matière fulminante *jaune*, impure à la partie antérieure (inférieure) et rendue verte par la flamme bleue du soufre répandu uniformément. La partie postérieure (supérieure) est au contraire de la matière fulminante pure, car elle ne montre que les couleurs jaune et rouge du corps noir qui se refroidit, la bande rouge montrant une région plus froide que celles qui sont de part et d'autre. Ici on observe à la fois une hétérogénéité thermique superficielle et une hétérogénéité chimique.

Enfin le globe était électrisé, puisque le professeur Giuntini a reçu une décharge légère.

Le cas de l'amphore est visiblement celui dont il est question dans le tableau de la page 559 (remarques relatives à la couleur verte) et à la première ligne du tableau de la page 561.

b) Le cas 2, orangé avec des taches rouges, du tableau du § 13 est celui du globe décrit par le peintre Butti et qui remonte au mois

1. I. GALLI, *I principali caratteri dei fulmini globulari*, § XXX, p. 57.

de juin 1841 : « ...Pour donner une idée de la grandeur de ce globe igné, de sa couleur, je ne puis que le comparer à la lune, telle qu'on la voit se lever sur les Alpes, pendant les mois d'hiver et par une nuit claire, comme je me rappelle l'avoir vue quelquefois à Inspruck, dans le Tyrol, c'est-à-dire jaune rougeâtre, avec quelques taches plus rouges encore. La différence est qu'on ne voyait pas des contours précis dans le météore comme on les voit dans la lune ; mais qu'il semblait enveloppé dans une atmosphère de lumière dont on ne pouvait marquer la limite précise. » (1).

L'absence de contour précis du globe s'explique, étant donné qu'il pleuvait à verse, par les phénomènes de réfraction et de réflexion totale de la lumière à travers la pluie.

c) Du plus haut intérêt, à plusieurs points de vue, est le phénomène surprenant observé à Milan par le capitaine Isidoro Baroni, et qui est décrit ci-après :

A 1^h 12 du matin, le 23 juillet 1913, pendant qu'un grand orage passait sur la ville, il regardait encore de la fenêtre d'un dernier étage, espérant toujours surprendre l'apparition de quelque foudre globulaire, comme celle qui était tombée en 1904 ; et finalement il vit un globe de très belle lumière orangée, plus vive au milieu, comme toujours il apparaît sur une sphère lumineuse nue, et autour du globe un cercle de couleur bleue bien net. Le globe avait un diamètre de dix ou douze centimètres et la zone bleue une largeur d'environ trois centimètres. La limite entre la couleur orangée du globe et la couleur bleue du cercle était très nette, sans aucun mélange des teintes ; mais, près du bord extérieur, la lumière bleue du cercle s'amolindrissait sur environ un centimètre, en sorte que le contour semblait moins défini.

En pensant de nouveau à ces conditions optiques observées avec une grande attention pendant cinq ou six secondes, le capitaine Baroni conclut justement que ce globe de couleur orangée si net ne pouvait pas être enfermé dans une enveloppe sphérique de couleur bleue, d'une épaisseur de trois centimètres, et que la zone circulaire bleue devait avoir la forme d'un véritable anneau. Sans doute, les deux couleurs complémentaires étaient-elles renforcées pour l'œil par le contraste.

Au commencement, le globe roula sur la pente d'un toit déjà arrosé. Puis, il tourna à angle droit et sauta successivement sur les faîtes de quatre cheminées, construites en briques, sur un mur faisant face à la fenêtre où se trouvait le capitaine Baroni. Il s'arrêta un moment et sauta de nouveau sur un cinquième faîte qui est de tôle et plus élevé que les autres ; mais à peine le toucha-t-il, qu'il bondit en l'air et éclata bruyamment avec un éclair éblouissant. Il avait employé 5 ou 6 secondes à parcourir une douzaine de mètres et ne produisit aucun dégât (2).

1. F. ARAGO, *loc. cit.*, p. 51.

2. IGNAZIO GALLI, *Effetti dei fulmini globulari sull'uomo e sugli animali*, § IV, p. 8-9.

L'interprétation du capitaine ~~et~~ ^{de} Baroni, de la sphère orangée dans un anneau bleu, est inacceptable. ^{ue} La seule interprétation rationnelle est celle d'une sphère de matière fulminante, pure partout où elle est orangée, rendue impure par du soufre en combustion sur la surface d'une zone dont, par hasard, l'axe s'est trouvé parallèle à l'axe des yeux du capitaine Baroni. Le caractère absolument tranché des couleurs orangée et bleue à l'intérieur du contour apparent, le caractère un peu flou, au contraire, du contour apparent bleu qui est justiciable de la même explication que l'exemple *b*) précédent, sont dans la logique des choses et diminuent singulièrement le caractère surprenant que le professeur Galli y voyait.

d) « Dans l'été de 1868, le docteur H. surveillait des travaux
« de route près Arnsberg, en Westphalie. Un jour, il y eut de l'orage,
« mais vite rasséréiné, et dans le ciel bleu demeurait seulement
« quelque voile très léger. On se remit à travailler, et, pendant que
« M. H. et trois ouvriers, disposés en cercle, voulaient soulever
« et mettre sur un parapet une grosse dalle de pierre, un éclair
« frétila et, au milieu d'eux quatre, apparut un globe d'environ
« 20 centimètres qui, à un peu moins d'un mètre de la dalle, oscillait
« verticalement de 4 ou 5 centimètres. *Ce globe était jaunâtre et*
« *translucide*, tellement qu'on voyait bien dans l'intérieur une
« espèce de petite flamme bleuâtre, conique, *avec la pointe en bas*,
« longue de 4 centimètres, qui tournait rapidement autour du
« centre, en décrivant une circonférence verticale avec un diamètre
« d'environ 7 centimètres. Après 3 ou 4 secondes, un coup de ton-
« nerre assourdissant et le globe disparut (*Das Wetter*, mars 1889;
« cité par Galli) ⁽¹⁾.

Il nous semble que, dans le récit du docteur H., il y a une invraisemblance. Si nous comprenons bien, le globe consistait en une masse de matière fulminante pure, translucide, formée de couches sphériques, isothermes et concentriques, comprises entre

1. IGNAZIO GALLI, *Supplemento alla Storia ai Caratteri e agli effetti del ulmine globulare*, § XXV, p. 63-64 (Estratto dalle *Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei*, Série II, t. II, 1916).

un rayon extérieur de 10 centimètres et un rayon intérieur de 7 centimètres. Ce premier système, *homogène* dans le sens très particulier que nous avons défini au § 8, a la symétrie de la sphère autour de son centre O (fig. 3). Sur ce premier système et à l'intérieur, imaginons un petit amas B (hétérogénéité thermique et chimique) de *soufre* qui brûle dans l'oxygène suivant la flamme conique *bleue* BO, visible au travers de la matière fulminante translucide, la flamme tournant le sommet de son cône vers le centre O. Imaginons, pour plus de simplicité, que l'amas de soufre B et la flamme soient de révolution autour du rayon OA. Si la foudre sphérique tourne autour d'un axe horizontal passant par son centre et normal au plan de la figure, on reproduira ce qui se passait dans la réalité. L'invraisemblance, selon nous, est d'imaginer que le globe sphérique était immobile autour de son centre (1) et que la flamme tournait d'un mouvement continu en décrivant une circonférence verticale, etc... C'est, en effet, contraire à la symétrie du système formé par le soufre et sa flamme, qui ne peut que développer une force *radiale* et non une force *tangentielle*.

La parfaite transparence de la matière fulminante, l'absence de tout repère à sa surface extérieure et le peu de temps qu'a duré le phénomène expliquent suffisamment cette méprise, dont le bon sens fait aussitôt raison. Ajoutons que le soufre brûle apparemment aux dépens de la matière fulminante décomposée, que les

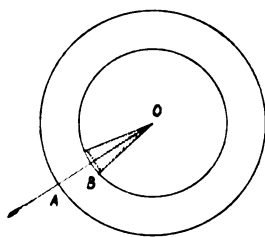


Fig. 3. — Foudre globulaire de centre O. La matière fulminante est comprise entre les sphères de rayon OA et OB. Le support B de la flamme conique est un petit amas de soufre.

1. Quand le système précédent tourne, la flamme décrit un cercle vertical ; elle est donc la moitié du temps la pointe en bas et l'autre moitié la pointe en l'air, que le sens de la flamme soit centripète ou centrifuge (ce qui arriverait si l'amas de soufre était en O). La précision consistant à dire que la flamme avait la pointe en bas est donc inopérante ; ce qu'il était nécessaire de savoir était le sens centripète ou centrifuge de la flamme.

Le bon sens indique que le sens centripète de la flamme est le seul possible. Le sens centrifuge exigerait, en effet, que le support de la flamme fût au centre de la sphère, ce qui est absurde.

gaz ainsi produits ne peuvent se dégager d'aucun côté ; nous sommes donc ici dans le cas envisagé à la fin du § 9, où l'explosion terminale dans toutes les directions est la seule issue possible, ce qui correspond effectivement à la réalité.

e) « Pendant un orage (le 20 juin 1908), une vieille femme était
« assise dans sa chambre à Helgeraaen, près de Larvik (Norvège).
« Elle vit une grande sphère, plus grande qu'une tête d'homme,
« entrer par la fenêtre ouverte et, sans vitesse plus grande, aller
« dans la chambre dans la direction du poêle. La sphère passa droit
« sur une table où étaient différentes choses sans les toucher et
« était si près de la femme qu'elle se courba involontairement de
« côté. La sphère était resplendissante, belle à vrai dire. *Elle mon-*
« *trait les couleurs de l'arc-en-ciel.* Lorsqu'elle arriva au poêle, elle
« explosa de telle sorte que la femme crut que la maison avait
« sauté. La sphère fut vue aussi par une servante éveillée qui était
« dans la même chambre ; mais elle ne pouvait donner de réponse,
« car elle était étourdie. Toutes deux étaient sauvées. Moins heureux
« furent une jeune femme et son enfant qui, au même moment, dans
« une autre chambre, étaient dans le voisinage du poêle, qui débou-
« chait dans l'unique cheminée de la maison, etc... » (1).

Dans la succession des couleurs de l'arc-en-ciel : rouge, orangé, jaune, *vert*, *bleu*, *indigo*, *violet*, on voit que le *bleu* est superposé aux couleurs du corps noir qui se refroidit (jaune, orangé, rouge) disposées en sens inverse dans la première et dans la seconde partie de la suite des couleurs. La matière fulminante était donc *pure* dans la partie rouge, orangée, jaune, *impure* dans la partie verte, bleue, indigo, violette, où la couleur bleue du soufre se superpose au jaune, à l'orangé et au rouge. On voit donc ici des zones d'hétérogénéités thermiques et chimiques superficielles rassemblées dans un seul et très curieux exemple.

f) M. de Poulpiquet, de Brescanvel, revenait en voiture de Brest à Brescanvel dans la soirée du vendredi 30 novembre 1888, pendant un orage. « Au plus fort de l'orage, M. de Poulpiquet avait

1. *Meteorologische Zeitschrift*, 1908, p. 314-315; récit du D^r K. Nielsen, de Larvik, à M. Mohn.

« mis son cheval au pas, lorsqu'il aperçut soudainement une lueur
 « rouge sombre, affectant la forme d'un demi-globe qui se tenait
 « comme suspendue au poitrail de l'animal, du côté droit. L'autre
 « partie du globe, tournée vers le côté de la route, l'illuminait, au
 « contraire, d'une blanche et aveuglante clarté. Le cheval s'abattit,
 « se releva, s'abattit deux fois encore, sans que la lueur qui s'atta-
 « chait à lui disparut un instant. A sa dernière chute, le globe
 « éclata, sous la forme d'un éclair qui s'éloigna un instant puis
 « revint le frapper. La pauvre bête était mortellement atteinte :
 « elle expira aussitôt. Tout cela s'était passé dans l'espace de deux
 « ou trois minutes. Les voyageurs, en rouvrant les yeux que l'éclat
 « de la foudre les avait obligés à fermer, ne virent plus qu'un nuage
 « rougeâtre qui se dissipa peu après... » (1).

Cette observation correspond vraisemblablement au cas 3 du tableau du § 14, dont l'explication a été fournie quelques lignes plus loin. Ajoutons un seul mot, pour dire que le nuage rougeâtre qui se dissipa peu après l'éclatement du globe était formé de parcelles de matière fulminante rouge sombre en pleine décomposition. Cet exemple, comme celui qui va suivre, interviendra un peu plus loin pour réduire à néant certaines explications des couleurs de la matière fulminante données par d'autres auteurs.

g) Une foudre sphérique, d'un rayon particulièrement petit, fut observée vers 1890 par M^{me} Frédérique Loewing qui, d'une fenêtre ouverte, regardait la nuée très basse de l'orage. Elle vit descendre lentement et, à peu de distance, un petit globe, grand comme les boules de verre avec lesquelles les enfants jouent : *elle était de deux couleurs, une moitié violette et une moitié vivement jaune*, et elle explosa dans l'air avec un bruit semblable à un fort coup de fusil (2).

La matière fulminante de cette foudre était *pure* du côté jaune, *impure* du côté violet où la lumière bleue du soufre se superposait à du rouge ; on avait, côte à côte, une hétérogénéité thermique et une hétérogénéité chimique.

1. *La Nature*, 1889, premier semestre, p. 39.

2. I. GALLI, *Supplemento alla Storia ai caratteri e agli effetti*, etc..., § XI, p. 43.

20. Foudres pourpres et foudres roses. — Le rose et le pourpre sont les deux teintes, différentes des couleurs du spectre, que l'on obtient en superposant celles-ci deux à deux.

Le *pourpre* est un violet rougeâtre, superposition du rouge et du violet extrêmes du spectre ; pratiquement, c'est un mélange de rouge foncé avec un peu de bleu.

Le *rose* s'obtient par le mélange de l'orangé du spectre avec ce que Helmholtz appelle le *bleu cyanique* ⁽¹⁾ (bleu verdâtre du spectre). On remarquera l'opposition entre le caractère *presque saturé* du pourpre, obtenu par le mélange du rouge et du violet extrêmes du spectre et la teinte *fortement lavée de blanc* du rose obtenu par le mélange de deux couleurs qui sont diamétralement opposées dans le cercle chromatique de Newton.

Pratiquement, dans les foudres roses et pourpres, la matière fulminante est rendue impure par une petite quantité de soufre répartie uniformément à la surface de l'orangé d'un côté, à la surface du rouge de l'autre.

Nous avons déjà vu des foudres pourpres au § 11 ; nous allons passer en revue trois cas de foudres roses.

a) C'est l'observation d'un globe de longue durée, due à M. Isidore Bay, à Saint-Georges-de-Reneins (Rhône) : Le 26 mai 1907, à 11^h précises du soir, trois violents coups de tonnerre se succédèrent à environ une seconde d'intervalle. On vit alors un globe incandescent *d'un blanc légèrement rosé*, d'environ 15 centimètres de diamètre, qui restait immobile le long d'un mur d'une chambre, semblant accroché au fil de la sonnerie électrique à 0^m,50 au dessus du bouton d'appel. Ce globe resta ainsi environ 5 minutes, puis disparut en faisant au mur un trou d'un centimètre de diamètre. Une explosion se fit alors entendre dans une autre chambre de la maison reliée à la première par la sonnerie électrique. La foudre passa de là dans les cabinets d'aisance, en faisant un trou au mur et rejoignit la terre par la conduite d'eau. La foudre était entrée dans la maison par la tige de la

1. H. HELMHOLTZ, *Optique physiologique*, Paris, Victor Masson et fils, 1867, pp. 307 et 365.

girouette et avait rejoint le fil de la sonnerie en trouant un mur (¹).

b) Le cas suivant fut observé à Flensburg, par une nuit d'août 1891. L'obscurité produite par l'orage n'aurait pas pu être plus noire, et pendant qu'il pleuvait diluviennement apparut *une petite boule rouge*, mais tellement pâle qu'on ne voyait pas les parties plus voisines. Après, se diffusa dans l'air *une lumière rosée qui crût beaucoup pendant environ deux secondes* et s'évanouit avec éclair et tonnerre (*Das Wetter*, septembre 1891 (²). Nous sommes ici en présence d'un cas de décomposition, d'abord spontané et tranquille, de la matière fulminante rose *avec augmentation de volume*. En s'évanouissant avec éclair et tonnerre, la matière fulminante affirme que sa décomposition n'était pas complète puisqu'elle s'achève par explosion. Le cas est extrêmement intéressant parce qu'il montre successivement sur une même foudre globulaire les deux modes de décomposition que les éclairs d'Amicus et de Pontgibaud avaient montrés sur des foudres globulaires différentes nées d'un même éclair linéaire initial.

c) A 14^h, le 23 juillet 1878, M. O. C. Marsh se tenait près de la poupe d'un yacht ancré dans le port de Southampton. Survient un orage qui foudroie une église. Presque au même moment, il vit au sommet du mât de devant, c'est-à-dire celui de trinquet, un corps lumineux *de couleur rose* et façonné en poire, large à la base de 4 à 5 pouces (environ 12^{cm}) et haut de 6 à 8 (environ 18^{cm}). Il descendait lentement et rejoignit le pont à une quarantaine de pas de lui, explosa avec une forte détonation et lança des bandes de feu qui diffusèrent une vive lumière (³).

IV. GLOBES NOIRS ET « BLANCS SANS LUMIÈRE PROPRE ».

21. Foudres nues et foudres habillées. — On peut considérer les globes *blancs sans lumière propre* du professeur Galli comme des globes orangés renfermant du soufre, dont la flamme bleue donne,

1. C.R., t. 146 (1908), p. 554.

2. Cité par GALLI, *Supplemento alla storia ai caratteri e agli effetti del fulmine globulaire*, § 11, p. 44.

3. Cité par GALLI, *Supplemento alla storia*, etc..., § 16, p. 51.

en se superposant à l'orangé, un blanc d'intensité très inférieure à celui qu'émettrait directement un corps noir incandescent. Mais cela n'expliquerait pas les globes *noirs*, dont la fréquence est voisine de 7,5 %. Il faut une explication d'ensemble.

Le chapitre III a étudié la couleur des foudres *nues*, dont on voyait, sans corps interposé autre que l'air, la substance incandescente ; dans le chapitre IV, nous étudierons les foudres *habillées*, la matière fulminante étant entourée d'un vêtement de vapeurs noires très denses ou de vapeurs blanches ou gris très clair. Si le vêtement est *collant*, les foudres sont des sphères noires, blanches ou grises ; si le vêtement est ample ou flottant, la foudre est un *petit nuage* noir, blanc ou gris masquant la masse ignée intérieure.

Avec les foudres noires, le vêtement est si épais ou si absorbant qu'il ne laisse rien voir de la lumière intérieure, sauf quand elles éclatent.

Avec les foudres blanches ou grises, le vêtement collant peut être assez mince ou assez translucide pour transmettre partiellement la lumière intérieure ; si le vêtement collant est troué par endroits, les déchirures laissent entrevoir la matière fulminante.

Pour le professeur Galli, les cas précédents différaient totalement de ceux des foudres *nues*, la matière fulminante étant ici, pour lui, *un amas de nuages noirs, blancs ou gris électrisés* (1). Pour nous, au contraire, la matière fulminante, à des impuretés près, est toujours la même à toutes les époques ; seulement, elle est ici cachée à nos yeux par un vêtement de nuages, collant ou flottant, mince ou épais, de couleur noire, blanche ou grise. Voici des exemples des différents cas.

Globe noir avec vêtement collant. — Dans la cuisine du second étage d'une maison de Castelgandolfo, le 9 septembre 1877, trois petits enfants de 6 à 12 ans étaient près du foyer, leur mère non loin de là. Vers 16^h45, un éclair flamboya et, sur la tête des enfants, tomba la moitié inférieure de la solive qui servait d'architrave à la toiture. Au même moment, apparut au milieu de la cuisine un *globe noir*, comme une boule de fumée très dense, de 25 à 30 centi-

1. I. GALLI, *I principali caratteri dei fulmini globulari*, § XXIX, p. 54.

mètres de diamètre, lequel explosa en étincelant sur le visage de la femme sans lui faire de mal, et après s'enfuit par la fenêtre ouverte. La cuisine s'emplit de fumée très puante, semblable à celle de la poudre de tir, etc... (1).

Globe noir avec vêlement flottant. — C'est le cas de ce corps noir, allongé comme une jambière de cavalier, *et suivi d'une espèce de mèche allumée* que van Helmont vit *deux fois*, à travers des chênes, au xvii^e siècle : « Vidi quoque semel prope Vilvordiam, atque iterum Bellis in Flandria, thecam quandam nigram, quasi longa esset equitis ocrea, inter querceta magno fragore volare, habentem a tergo flammam velut accensi straminis. Succedebat vero ingens nimbus » (2).

Cet exemple présente un appendice caudal en forme de flamme qui est à mettre à côté de ceux qu'on a déjà vus au § 11.

Autre exemple. — Le 13 avril 1832, M. et M^{me} Boddington, après une courte station à Tenbury, firent monter leur domestique dans l'intérieur de leur chaise de poste et se placèrent eux-mêmes sur le siège de derrière pour jouir de la campagne. Il était 3^h et demie quand ils partirent ; le soleil brillait et le ciel était serein, mais à peine furent-ils en route qu'ils virent venir à eux un *nuage noir* et d'un aspect singulier et terrible. Ils se demandèrent s'ils ne devaient pas rentrer dans leur voiture, mais ils se rassurèrent en voyant que ce nuage, malgré son apparence sinistre, était *isolé et de petites dimensions*. Mais bientôt ils furent tous deux atteints par la foudre qui les blessa grièvement (3).

Globe blanc avec vêlement collant. — L'académicien Marcorelle, de Toulouse, rapporte que, le 12 septembre 1747, le ciel étant serein et parfaitement pur, sauf un *petit nuage* qui paraissait à la vue *exactement rond* et de 15 à 16 pouces de diamètre, la foudre tout à coup gronda, éclata et tua la femme Bordenave après l'avoir brûlée au sein (4).

1. I. GALLI, *Della protezione offerta dai parafulmini, etc...*, § XXXII, p. 38-39.

2. J. B. VAN HELMONT. *Ortus medicinae*, Amsterdam, Elzévier, 1652, p. 74, Cité par GALLI, *I principali caratteri, etc...*, § XXIX, p. 55.

3. F. SESTIER, *loc. cit.*, t. I, p. 7.

4. F. SESTIER, *loc. cit.*, t. I, p. 6.

Duperrey est l'auteur de la relation suivante : « Etant dans le « détroit d'Ombay (archipel de la Sonde), en novembre 1818, nous « vîmes, un soir, *un petit nuage blanc* qui lançait sa foudre de tous « les côtés. Il montait avec lenteur ⁽¹⁾ malgré la force du vent, et « se trouvait à une grande distance de tous les autres nuages qui « paraissaient comme fixés à l'horizon. *Ce nuage était d'une forme arrondie* et pouvait occuper en surface une étendue égale à la surface apparente du Soleil. » ⁽²⁾.

Globe blanc avec vêtement flottant. — Au rapport de Scheuchzer ⁽³⁾, le 23 mai 1712, entre deux et trois heures après midi, la maison de M. Escher, près de Bade, fut atteinte par un globe de feu qui s'y divisa et agit sur elle comme la foudre ordinaire... Une personne entra dans une des chambres de cette maison lorsqu'elle vit *un petit nuage blanc* d'un pied et demi environ, il fumait à son sommet et se mouvait assez lentement sur le plancher. Le témoin recula effrayé et alla chercher du secours.

Globes blancs avec vêtement flottant déchiré. — Il s'agit des nombreuses masses blanches qui se virent la soirée du 29 juillet 1686 quand un tourbillon ravagea la Lombardie et la Vénétie. Spoleti dit : « ...Il apparut après 5^h de l'après-midi ; son passage ne dura « pas un demi quart d'heure du commencement à la fin en ce lieu. « Il venait enveloppé d'une nuée tellement dense et noire qu'elle « empêchait de voir aussi les objets voisins. Du sein de cette obscurité, on voyait tourner en rond *de petites nuées blanches entrecoupées* (pour ainsi dire) *de larges bandes de feu.* » ⁽⁴⁾.

Globes blancs ou gris avec vêtement déchiré. — L'ingénieur Ch. de Jans cite des exemples de globes qui, engénéral, n'avaient pas de lumière propre mais présentaient toutefois des parties brillantes, ou bien des taches, ou bien des zones diversement colorées ⁽⁵⁾.

1. Cela sera expliqué plus tard.

2. BECQUEREL, *Traité de l'Electricité*, t. VI, p. 401 (cité par Sestier, t. I, p. 7).

3. F. SESTIER, *loc. cit.*, t. I, p. 170.

4. I. GALLI, *Gli effetti fisici e chimici, etc.* § VI, p. 19.

5. CH. DE JANS. *Les tentatives d'explication de la foudre globulaire*, Bruxelles, 1909, p. 16, Note I.

Visiblement, les parties brillantes ou colorées provenaient de la lumière du globe intérieur par les déchirures du vêtement.

Exemples de globes avec vêtement flottant en forme de petit nuage, mais dont la couleur n'est pas indiquée. — Les exemples sont dus à Arago, que nous citons textuellement :

A la date du 30 juillet 1764, je trouve dans les Observations botanico-météorologiques faites à Denainvilliers, près de Pithiviers, par M. Duhamel du Monceau, la note que je vais transcrire :

A cinq heures et demie du matin, par un beau soleil, il a passé un *petit nuage isolé*. De ce nuage, il est sorti un éclair et un coup de tonnerre qui est tombé sur un orme, très près du château de Denainvilliers ; il a enlevé une bande d'écorce de 20 pieds (6^m,50) de hauteur jusqu'à la racine, sur 2, 3, 4 pouces de largeur (5 à 10^{cm}) ;... dans le moment on a senti dans une ferme voisine une odeur de soufre qui a beaucoup effrayé.

Bergman vit lui-même « le tonnerre tomber d'un très petit nuage sur un clocher, le ciel étant d'ailleurs parfaitement clair ».

J'espère que les *petits nuages* seront définitivement rétablis dans leurs droits quand j'aurai rapporté une quatrième observation dont je suis redevable à M. le capitaine Hossard.

En 1834, cet officier, descendant la route qui passe au col de la Faucille, dans le Jura, vit se former un petit chapeau de nuages autour d'un sommet voisin, appelé le Colombier de Gex, dont la hauteur au dessus de la mer est de 1600 mètres. Le nuage existait à peine depuis quelques instants, quand il en partit un fort coup de tonnerre ⁽¹⁾.

Dernier exemple dû au professeur Rognoni : « Vendredi dernier (28 juillet), vers 6^h de l'après-dîner, par un soleil ardent et très clair, d'une seule nuée de petite dimension, verticalement à peu de distance de cette ville, et qui en jetait l'ombre à l'orient, éclata un éclair qui entra par une fenêtre dans le collège Lalatta, traversa rapidement un corridor, etc... et sortit après par la porte principale de ce vaste édifice. » ⁽²⁾.

22. Complément à l'explication des foudres habillées. — Il est curieux de constater que l'idée essentielle que nous avons développée dans le § 21 a été entrevue nettement par F. Sestier ; on trouve, en effet, à la page 170 du tome I^{er} de son ouvrage fonda-

1. F. ARAGO, *loc. cit.*, p. 13-14.

2. *Gazzetta di Parma* du 1^{er} août 1775 ; cité par GALLI, *Della protezione offerta dai parafulmini*, etc..., § XXXV, p. 42.

mental sur la foudre, le paragraphe suivant, dont nous reproduisons la première moitié :

Foudre en globe sous forme de nuage obscur roulant. — Parfois, au lieu d'un globe lumineux, brillant et régulièrement circonscrit, on voit un *petit nuage* blanc, gris ou noir, assez bien délimité, qui se meut ou roule lentement sur la terre ou sur le plancher, et répand une odeur sulfureuse. Ce fait intéressant est signalé dans deux observations qui nous laissent malheureusement dans l'ignorance sur le mode de naissance et de disparition du météore...

L'une de ces observations est celle qui est rapportée par M. Scheuchzer, p. 584.

Il est aisé de répondre à la question posée par Sestier relativement au mode de naissance de ce que nous avons appelé les *foudres habillées*. Il doit y avoir unité d'explication comme il y a unité de matière fulminante pure. Les parcelles solides des tissus organisés [*Cellulose* = $(C^6H^{10}O^5)^n$] sont des hydrates de carbone, avec, en général, des traces de sels minéraux. A peu de chose près, la calcination des substances organisées donne de la vapeur d'eau et du noir de fumée. Trois cas sont possibles : ou bien il y a prédominance énorme du noir de fumée ; ou bien il y a des quantités comparables de noir de fumée et de vapeur d'eau ; ou bien il y a une large prédominance de vapeur d'eau. Dans le premier cas, la matière fulminante émettra un nuage *noir*, assez abondant pour la cacher à la vue des observateurs ; dans le deuxième cas, le nuage enveloppant la matière incandescente sera *gris* ; dans le dernier cas, le nuage sera *blanc*. Pour légitimer cette explication, rappelons que, quand la fumée d'un vaisseau est noire, il suffit d'envoyer dans la cheminée de la vapeur d'eau pour voir, en quelques secondes, la fumée devenir grise, puis blanche. On sait que c'est le moyen classique employé par les flottes de combat, en temps de guerre, pour dissimuler leur présence au loin à l'ennemi.

Ce qui précède explique le vêtement *flottant*, non le vêtement *collant*. Pour expliquer ce dernier, il suffira d'admettre que la matière fulminante est à un potentiel électrique très élevé ; alors, non seulement elle attire énergiquement les poussières et les organismes légers flottant dans l'air sur son passage et les incorpore, mais de plus, la vapeur d'eau et les particules de noir de fumée qui résultent de leur carbonisation forment un nuage conducteur. Celui-ci est soumis,

de par son potentiel élevé, à une pression électrostatique normale, $2\pi\sigma^2$ par centimètre carré, proportionnelle au carré de la densité électrique superficielle σ , donc proportionnelle au carré du potentiel, pression qui applique le nuage sur la foudre sphérique et lui donne la forme de celle-ci. Nous reviendrons sur ce point, qui a de multiples conséquences.

Un exemple direct d'absorption des matières amylacées par la matière fulminante est celui (6 juillet 1822) d'une trombe qui courait sur la plaine d'Assonval (Pas-de-Calais) : (1)

La trombe tournait dans sa marche de manière à présenter successivement ses faces à tous les points de l'horizon. Il sortait de temps en temps de son centre des globes de feu et souvent aussi des globes de vapeur d'une couleur de soufre ; les uns et les autres rejetaient dans divers sens des branches que le météore avait entraînés de très loin... On entendait une explosion à chaque sortie d'un globe de feu ou de vapeur...

La fin de la citation est extrêmement intéressante en ce qu'elle prouve que l'absorption, par la matière fulminante, de matières étrangères rencontrées sur son parcours n'est pas une simple vue de l'esprit, mais bien une réalité objective.

Dans la statistique du prof. Galli du § 12, parmi les vingt-six cas de foudre globulaire rouge, trois sont qualifiés ainsi : *avec centre obscur*. Or nous savons, par le § 8 d'une part, et par l'exemple d) du § 19 qui le complète admirablement, que la matière fulminante pure est parfaitement transparente. Il s'ensuit nécessairement que, dans les trois cas de foudre globulaire rouge avec centre obscur, la matière fulminante contient en son centre une impureté opaque et noire. Sans vouloir rechercher les cas que le professeur Galli a eu en vue, considérons le suivant :

Le 13 août 1791, vers 3 heures et demie après midi, la foudre tomba, près de Castel-Maggiore, sur un orme qui servait d'abri à trois personnes. L'une d'elles vit un globe de feu gros, noir dans le milieu, jetant des flammes de tous côtés, arriver sur elle horizontalement ; mais à peine l'eut-elle aperçu qu'elle fut renversée dans le fossé voisin, n'ayant senti qu'une odeur de soufre. Ces trois individus furent légèrement blessés et se rétablirent promptement (D^r GUAZZI, *Opusculi* di Milano, t. 14, p. 301, 1791) (2).

1. ZURCHER ET MAROULLÉ, *Trombes et cyclones*, Paris, Hachette et C^{ie}, 1876, p. 101.

2. SESTIER, *loc. cit.* p. 142. Ici, la matière fulminante est impure par absorption d'une matière amylacée riche en carbone. Le noir de fumée rend le centre obscur et le soufre du protoplasma donne l'odeur sulfureuse observée.

Dans les foudres habillées dont il a été question jusqu'ici, le vêtement ample et flottant était opaque et cachait complètement la foudre globulaire dont il était la *sécrétion*. Voici maintenant le cas d'un tel vêtement entièrement transparent et réduit à un voile de vapeur entourant, mais laissant voir, la foudre globulaire.

A 14^h30 du 6 août 1897, à Wilhemshafen, au moment du fort tonnerre, un *globe bleuâtre*, de 4 ou 5 centimètres et *entouré d'un voile de vapeur*, descendit obliquement par la fenêtre ouverte de la cour au bureau d'une pharmacie : il frappa sur le pavé et sauta au bras métallique d'un bec de gaz. Ensuite, il traversa horizontalement la porte et alla sur le bec de gaz de la pharmacie, éloigné de 6 mètres du premier ; *mais alors il n'était plus voilé*. Il s'évanouit avec un petit cri semblable à celui que fait un tube de verre de lampe quand il se fend. Tout cela en 3 secondes environ. Il ne produisit pas de dommage et ne laissa aucun signe, et personne ne sentit d'odeur ou d'autre sensation de chaleur et de secousse (*Das Wetter*, septembre 1897) (1). Cette foudre était certainement électrisée ainsi que la vapeur qui émanait d'elle et dont la pression électrostatique la maintenait autour de la foudre globulaire sans être suffisante pour l'appliquer contre elle. En allant toucher le bec de gaz, relié métalliquement à toute la canalisation de la ville, la foudre s'est déchargée électriquement ainsi que son voile de vapeur ; la pression électrostatique disparaissant brusquement, le voile s'est évaporé et a abandonné la foudre globulaire déchargée. Comme nous le verrons plus loin, la foudre déchargée ne saurait plus exploser et disparaît elle-même en produisant un bruit insignifiant.

V. DIMENSIONS ET FRÉQUENCE SAISONNIÈRE DES FOUDRES GLOBULAIRES.

23. Dimensions des globes fulminants — La question des dimensions des globes fulminants a été traitée par Sestier et par le professeur Galli. Les renseignements fournis par le premier

1. Cité par GALLI, *Supplemento alla storia ai caratteri et agli effetti de fulmine globulari*. § 16, p. 52.

donnent, comme malheureusement la plus grande partie de son œuvre, la sensation d'un fouillis, d'une richesse déconcertante, mais dans lequel on a souvent de la peine à se retrouver. L'œuvre du professeur Galli est plus ordonnée et c'est à elle, tout d'abord, que nous demanderons ses conclusions.

Pour les foudres globulaires ou sphériques, la grandeur peut varier du diamètre d'environ deux mètres à celui de 4 ou 5 millimètres. Dans les relations, l'évaluation est donnée approximativement avec les mesures anciennes usitées dans les lieux d'observations, transformables en celles du système métrique. Mais très souvent, elles sont estimées par comparaison avec d'autres corps de volume réel ou apparent, comme un *baril*, un *boulet de canon*, une *bombe*, une *tête d'homme* ou d'*enfant*, une *orange*, un *œuf*, un *pois*, une *goutte*, la *lune*, le *soleil*; ou bien vaguement indiquée avec les expressions du langage ordinaire, comme : *énorme*, *volumineux*, *très gros*, *grand*, *petit*. Plus souvent encore, l'idée de la grandeur manque complètement...

Pour 156 cas de mon recueil, le volume des globes plus ou moins sphériques est indiqué, soit avec des mesures antiques et modernes, soit avec des termes de comparaison. En donnant à ces comparaisons une valeur approximative, j'ai construit le tableau des grandeurs par ordre décroissant :

<i>Diamètre.</i>	<i>Nombre des cas.</i>	<i>Diamètre.</i>	<i>Nombre des cas.</i>
2 ^m	1	0 ^m ,20 — 0 ^m ,15.....	21
1,5	2	0,12 — 0,08	19
1,0	4	0,07 — 0,05	13
0,8	12	0,04 — 0,03	10
0,6 — 0,5.....	12	0,02	2
0,4 — 0,3.....	19	0,005	2
0,3 — 0,2.....	39		156

De ceci, il résulterait que le volume le plus fréquent a un diamètre de 20 à 30^{cm} et que les volumes ayant un diamètre supérieur ou inférieur au précédent d'environ 10^{cm} ne sont pas trop rares. Sur 156 observations, les diamètres de 10 à 40^{cm} apparaissent 98 fois, sensiblement les deux tiers du nombre total des cas. Les diamètres les plus grands et les plus petits doivent être excessivement rares (1).

Si l'on porte les diamètres moyens *D* en abscisses et les fréquences *F* en ordonnées, on obtient la courbe ci-contre (fig. 4), qui montre que la fréquence maxima correspond sensiblement au diamètre de 25 centimètres, la fréquence demeurant extrêmement voisine de celle du maximum (25 %) entre 20 et 30 centimètres.

Pour que la statistique précédente eût une signification rigou-

1. IGNAZIO GALLI, *I principali caratteri dei fulmini globulari*, § XV, p. 30-32.

Ann. des P.T.T., 1928-VII (17^e année).

reuse, il faudrait qu'elle se rapportât exclusivement à des observations sûres, faites sinon dans une même station, ce qui demanderait un temps énorme, du moins dans une région peu étendue et d'une altitude peu variable. Or, pour les nécessités du but à remplir, on a dû rassembler *toutes* les observations connues jusqu'ici et récoltées dans les contrées les plus diverses. Il est vrai que le plus grand nombre des observations se rapportent à la France, à l'Angleterre et à l'Allemagne ; mais les additions dues au professeur

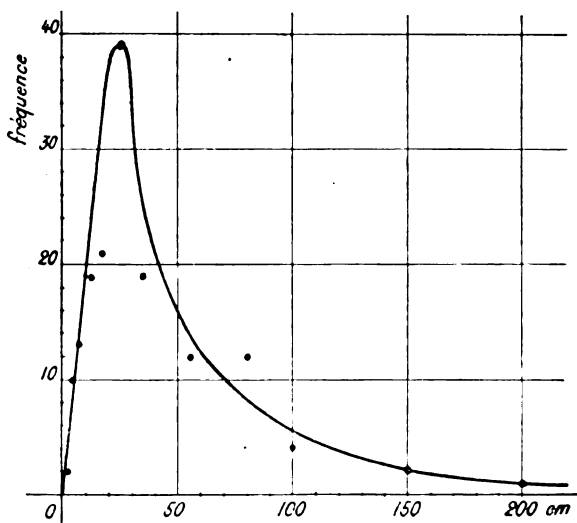


Fig. 4. — Courbe des fréquences des foudres globulaires.
(Les diamètres sont les moyennes des nombres extrêmes indiqués par Galli.)

Galli viennent surtout de l'Italie, dont le climat est beaucoup plus chaud que celui des trois premières contrées, et où les foudres globulaires paraissent plus grosses, toutes choses égales. Malgré toutes ces causes d'hétérogénéité, les points de la figure ont permis de tracer sur le papier quadrillé une courbe régulière qui s'accorde mieux qu'on n'aurait pu l'espérer avec les données disparates de l'observation. Ceci, évidemment, ne donne qu'une courbe moyenne, sans grande signification autre que celle-ci :

1^o Il y a un maximum de fréquence très marqué pour les diamètres voisins de 25 centimètres ;

2° Pour les diamètres inférieurs à 20 centimètres, la fréquence est grossièrement proportionnelle au diamètre. On a sensiblement ;

$$F = 2D, \text{ ou, en } \%, F = 1,28 D.$$

3° Pour les diamètres supérieurs à 30 centimètres, le produit de la fréquence par le diamètre va constamment en décroissant à mesure que le diamètre augmente indéfiniment. On a sensiblement :

$$F \times D = 200 \left(1 + \frac{80}{D} \right),$$

d'ou :
$$F = 200 \left(\frac{1}{D} + \frac{80}{D^2} \right).$$

En %, il vient :
$$F = 128 \left(\frac{1}{D} + \frac{80}{D^2} \right).$$

24. Exemples des grandeurs extrêmes des foudres globulaires. — F. Sestier raconte, dans les termes suivants, l'apparition des foudres les plus grosses dont on vient de faire mention :

Le 22 septembre 1803, à 7^h du soir, à Beifort, Louis Ordinaire a vu, par un ciel très obscur, un globe de feu qui sortit d'un nuage au zénith et se précipita dans un autre. Il était d'une couleur *rouge jaunâtre* extrêmement brillante et illumina le terrain. Il semblait avoir 6 à 8 pieds de diamètre. Il a été visible au moins une minute. Il s'est précipité dans un autre nuage en roulant sur lui-même et formant un demi-cercle. L'observateur le perdit de vue sur un bois à 200 pas de lui, et il présume que c'est là ou à peu près qu'eut lieu l'explosion. Elle fut accompagnée d'un bruit sourd comme celui d'un canon dans le lointain ⁽¹⁾.

Le vaisseau anglais la *Montagne* se trouvait, le 4 novembre 1749, vers 48° 12' de latitude et 11° 1/3 de longitude W, comptée de Paris, lorsque M. Chalmois, occupé à faire une observation sur le tillac, quelques minutes avant midi, et par un ciel serein, vit du côté du vent, à environ 3 milles de distance, un *globe de feu* qui paraissait avoir le volume d'une *grande meule de moulin*. Il roulait sur la surface de la mer. Aussitôt on baissa les voiles de perroquet, etc..., mais il arriva si vite qu'avant de pouvoir lever les cargues principales, on le vit s'élever presque perpendiculairement tout au plus à 25 toises des grandes chaînes, alors il disparut avec une explosion pareille à celle qu'auraient pu faire cent coups de canon tirés à la fois et laissa après lui une odeur de soufre si forte qu'il semblait que le vaisseau n'était que du soufre. La détonation ne parut pas durer plus d'une demi-seconde. Le grand mât de hune était brisé en plus de cent pièces, etc... ⁽²⁾.

1. F. SESTIER, *loc. cit.*, t. I, p. 124. Prière de se reporter au § 14 au sujet de ce globe *orange* qui est ici rangé dans la catégorie des globes rouges

2. F. SESTIER, *loc. cit.*, t. I, p. 361-362.

Voici maintenant, de source également française, des récits relatifs à des foudres globulaires de la dimension d'un pois ou d'une grosse goutte d'eau :

Le P. Dom Halley, Prieur des anciens Bénédictins de Lesnay proche Coutances, a écrit à M. de Mairan que le 3 juin sur le soir, le jour suivant au matin et le même jour au soir, il y avait eu à Lesnay des Tonnerres extraordinaires. Tout le ciel était en feu, depuis l'horizon jusqu'au Zénit on voyait, ainsi que dans un feu d'artifice, le jeu d'une infinité de fusées volantes, il tombait de toutes parts comme des gouttes de métal fondu et embrasé, et le spectacle eut été charmant sans la violence des coups de tonnerre, qui causaient de l'effroi aux plus hardis. Les édifices en étaient ébranlés, quelques-uns furent réduits en cendres, et des Bestiaux tués (1).

En août 1885, on fit à Sotteville, près de Rouen, l'observation suivante :

Le tonnerre grondait, la pluie tombait à torrents. Tout à coup, les personnes voisines de la rue Pierre-Corneille, en face la rue Leroy, ont vu tomber plusieurs petites boules de la grosseur d'un pois ordinaire qui, en touchant terre, brûlaient laissant échapper une petite flamme rouge, en tirant sur le violet. Un des témoins en a vu au moins une vingtaine, et lorsqu'il a mis le pied sur l'une d'elles, elle a de nouveau produit une flamme. Elles n'ont laissé aucune trace sur la terre (2).

25. Fréquence des foudres globulaires suivant les saisons.

MOIS.	NOMBRE DES CAS :		SAISONS.	NOMBRE DES CAS :	
	Sestier.	Galli.		Sestier.	Galli.
Décembre.....	6	14	Hiver	20	39
Janvier.....	7	11			
Février.....	7	14			
Mars.....	9	14			
Avril.....	4	16	Printemps	23	51
Mai.....	10	21			
Juin.....	13	54	Eté	52	159
Juillet.....	21	57			
Août.....	18	45	Automne.....	18	48
Septembre.....	9	13			
Octobre.....	6	17			
Novembre.....	3	8			
Total =	118	294	Total =	113	294

— Le raisonnement fait au § 1 laisse prévoir que les foudres globulaires seront surtout nombreuses, en un pays donné, au moment

1. *Histoire de l'Académie royale des sciences* pour l'année 1731, p. 19.

2. *L'Astronomie*, 1886, p. 310.

de la saison la plus chaude. Ne supposons rien pour l'instant et consultons uniquement l'observation.

Le docteur Sestier ⁽¹⁾ a tenté une statistique de 113 cas distribués par mois et par saisons. J'ai pu en faire une autre, riche de 294 cas, avec des dates sûres. Je les présente à côté l'une de l'autre afin qu'on voie jusqu'à quel point elles sont concordantes. Les mois sont disposés de décembre à novembre, selon l'ordre habituel de l'année météorologique. Pour l'été, le professeur Galli ajoute 3 cas qui s'observèrent dans cette saison, mais dont on n'a pas donné la date mensuelle.

Pour les deux séries, le maximum de fréquence tombe au mois de juillet, le minimum en novembre, et le maximum est sextuple du minimum, correspondance purement fortuite qui disparaîtrait si la seconde série contenait un nombre moindre ou plus grand de cas. Il en résulte toutefois un maximum très élevé pour les mois d'été ⁽²⁾.

On voit que l'observation confirme pleinement le raisonnement du § 1.

1. F. SESTIER, *loc. cit.*, t. I, p. 167.

2. IGNAZIO GALLI, *I principali caratteri dei fulmini globulari*. § VI p. 17-18.

LES INSTALLATIONS TECHNIQUES AU BUREAU DE TRI DE LA GARE DU P.L.M.,

par L. JAMMES,

Le bureau de tri de la gare du P.L.M., à Paris, est la première unité de la série de bâtiments que l'administration a décidé de

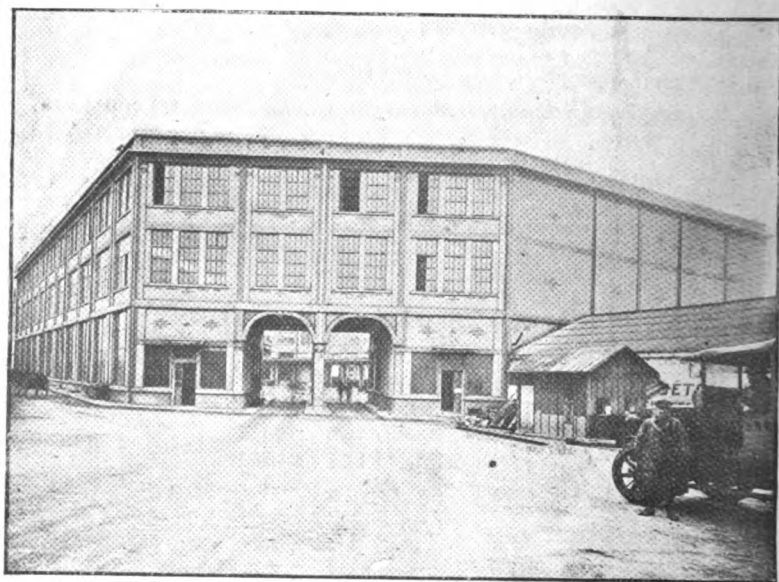


Fig. 1. — Vue extérieure du bureau de tri.

construire près des gares têtes de réseaux et centres des courants de transport et d'échange.

Le trafic postal est, en effet, lié au trafic ferroviaire, et, pour diminuer l'encombrement des services ambulants et faciliter l'acheminement direct des correspondances dans Paris, il est devenu nécessaire de donner aux bureaux-gare l'espace, l'outillage et le

confort dignes du rôle qu'ils ont à jouer. La systématisation de l'acheminement direct sur les bureaux-gares des correspondances émises à Paris accroîtra encore leur importance et le développement des installations techniques qui sont nécessaires au travail massif et rapide des correspondances ou objets de messageries postale.

Le bureau de tri et le parc postal de la gare du P.L.M. sont

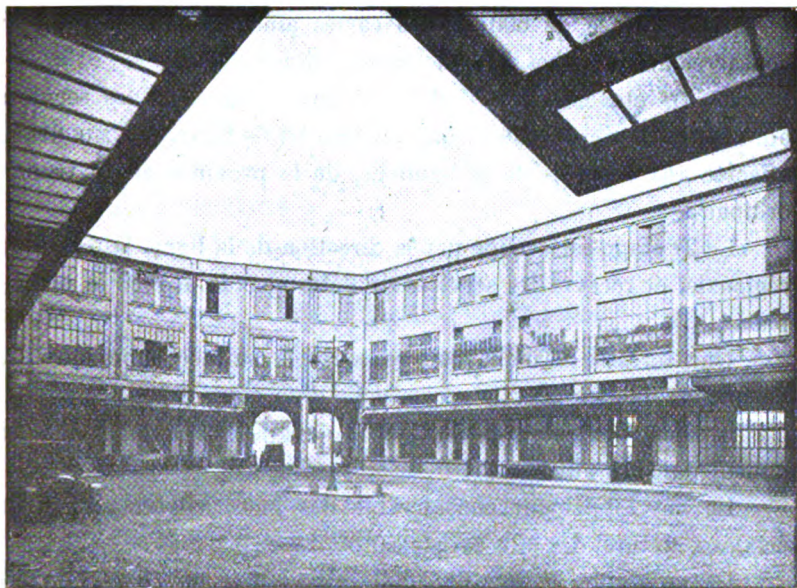


Fig. 2. — Vue de la cour du bureau de tri.

situés dans les emprises de la compagnie P.L.M., dans le triangle délimité par la rue de Rambouillet, la cour de la Messagerie et les voies de la gare. Le bureau est assez éloigné des extrémités du parc postal et il n'est pas à moins de 500 mètres des wagons en gare.

Le bâtiment (fig. 1 et 2) comprend une ossature de béton armé et des remplissages, briques et vitrages entre piliers et poutres ; il est limité par deux prismes pentagonaux distants de 13 mètres ; le développement des façades atteint 250 mètres et la cour intérieure mesure 30 mètres sur 40. La hauteur totale au dessus du sol atteint 14^m,70.

Sous une partie de l'immeuble, un sous-sol de 1.160 mètres carrés est affecté aux archives, imprimés, sacs de brigade, chaufferie et soutes à charbons, cabine à haute tension.

Au rez-de-chaussée, sont aménagés :

- 1° le service du transbordement (1.170 mètres carrés) ;
- 2° les services du transit chargé du matériel, les ateliers de l'électricien, du dépoussiérage, l'imprimerie, les vestiaires ;
- 3° une surface de 600 mètres carrés aménagée en entresol et consacrée aux douches, cantine et vestiaires.

Le 1^{er} étage, de 2.470 mètres carrés, comprend les services administratifs du bureau et une salle de tri de 32 mètres sur 6^m,50 affectée aux sections de la banlieue, de la province et du transit ordinaire.

Le 2^e étage est occupé par la direction de la ligne, la direction régionale, et recevra les services de l'étranger de la recette principale.

Une terrasse étanche couvre toute la surface supérieure du bâtiment ; une surélévation éventuelle d'un étage a été prévue.

Les planchers sont en terrazolith dans les salles de travail, en ciment dans les autres.

Le développement considérable des baies vitrées assure un éclairage naturel des plus satisfaisants.

La protection contre l'incendie est assurée par trois bouches de 100 extérieures et treize postes de 60 intérieures.

Le parc postal, disposé perpendiculairement à la façade sud, comprend huit voies, dont l'une longue entièrement la façade ouest et dont la longueur totale utilisable dépasse 1.200 mètres. Quatre trottoirs d'une largeur de 6^m,20 et de 100 à 200 mètres de longueur, desservent ces voies et sont couverts par des abris parapluies.

Le transbordement reçoit ou expédie en moyenne de 9.000 à 10.000 dépêches par jour, amenées par les automobiles postales qui viennent se ranger dans la cour.

Par jour, en temps normal, le bureau-gare proprement dit reçoit, ouvre ou expédie de 1200 à 1500 dépêches. Le nombre moyen des correspondances travaillées est de 400.000.

Le transit des paquets et objets encombrants dépasse 600 sacs.

Le nombre journalier d'imprimés est en moyenne de 100.000 : « La Croix » et Hachette, par exemple, livrent en gare huit charriots chacun.

A certaines époques (changements de saison, fin d'année, etc...), le trafic normal est largement dépassé : c'est ainsi que, certains jours, le nombre des sacs d'imprimés reçus a atteint 1500.

L'installation du service de l'étranger augmentera encore de plus d'un millier le nombre des dépêches postales reçues.

Pour faire face à un tel trafic, il faut un personnel important. L'effectif placé sous les ordres du chef de bureau et de ses vingt-cinq contrôleurs principaux et contrôleurs se décomposera en :

- 185 commis et manipulants,
- 66 manutentionnaires,
- 15 brigadiers chargeurs,
- 145 chargeurs.

Les divers chiffres qu'on vient de lire (dimensions du bâtiment et des quais, distances à parcourir, ampleur du trafic, effectif du personnel) donnent déjà une idée de l'importance que doivent avoir les installations techniques. Celles-ci ont été réalisées par collaboration entre les services de l'administration et ceux de M. Brossard, ingénieur en chef du P.L.M., à la compétence et à la courtoisie duquel je me plais ici à rendre hommage.

Parmi ces installations techniques, les unes (chauffage, éclairage, tables spéciales d'ouverture) ont pour but d'améliorer les conditions de travail du personnel ; les autres (monte-charges, glissières, tracteurs) constituent son outillage, ses instruments de travail.

I. LE CHAUFFAGE, L'ÉCLAIRAGE, LE DÉPOUSSIÉRAGE.

Chauffage. — La chaleur perdue par un bâtiment et que l'installation de chauffage doit lui restituer est fonction des températures extérieure et intérieure, de la nature et des dimensions des parois, de l'exposition, du volume d'air renouvelé dans les pièces. Le calcul des déperditions calorifiques par les parois et par ventilation est donc à la base de l'établissement d'une installation de chauffage.

Pour le bureau de tri du P.L.M., on s'est proposé d'entretenir, pour une température extérieure de -7° , des températures intérieures de 18° dans les salles de travail et 14° dans les autres. Le renouvellement horaire d'air admis, résultant de la porosité des parois, ouvertures des portes et fenêtres, a été fixé à une fois et demi le cube pour les salles de manipulation, et à une fois le cube pour les autres locaux.

Le volume chauffé est important (25.500 mètres cubes), et le

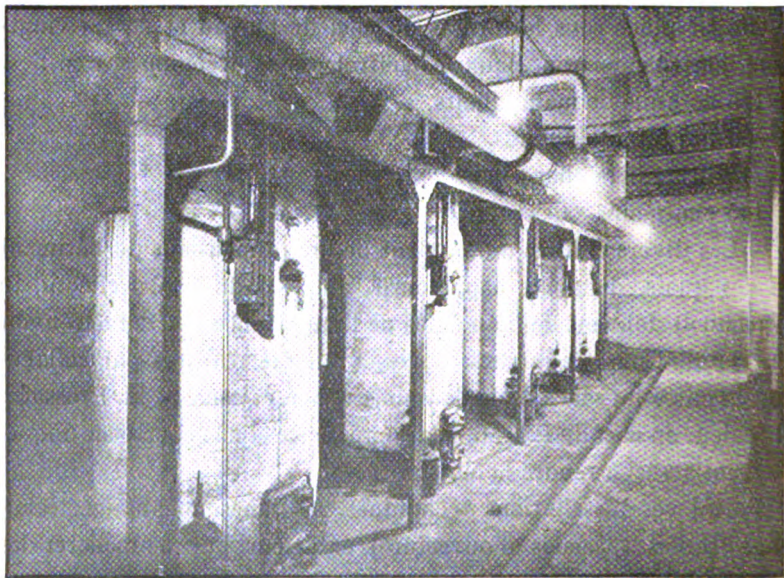


Fig. 3. — Chaufferie.

bâtiment isolé présente des surfaces vitrées considérables. Dans ces conditions, les déperditions calorifiques atteignent par heure le chiffre de 830.000 calories. Le chauffage est assuré par une chaufferie centrale à vapeur à la pression maximum de 100 grammes.

Dans de nombreux cas (locaux d'habitation, régions à climat doux), le chauffage par l'eau chaude paraît plus indiqué que le chauffage par la vapeur à basse pression. Mais dans celui qui nous intéresse, la vapeur à basse pression a été préférée pour des motifs d'économie dans les frais de premier établissement et dans les dé-

penses de combustible. En effet, une partie des locaux (direction) est occupée de jour seulement ; il y a donc intérêt à supprimer le chauffage de la direction pendant la nuit et à desservir les surfaces de chauffe correspondantes par un circuit spécial commandé par un robinet placé dans la chaufferie. Il a été nécessaire de tenir compte de cette intermittence de régime, les locaux non chauffés la nuit se refroidissant sensiblement ; pour cela, les surfaces radiantes de la direction ont été renforcées, de façon que, par un préchauffage de trois heures environ, les températures intérieures soient obtenues à l'arrivée du personnel. Le système à eau chaude eût été plus onéreux que le système à vapeur : il se prête plus difficilement aux mises en régime rapides ; les tuyauteries isolées de la chaudière peuvent en outre donner lieu à des ruptures par le gel.

L'installation, exécutée par la maison Chaussidière, a été très largement calculée pour permettre, au besoin, le renforcement des températures dans certains locaux, et conçue de manière à assurer une extension aisée de la chaufferie et des colonnes montantes en cas de surélévation d'un étage.

La chaufferie (fig. 3) comprend cinq chaudières. Elle présente une grande souplesse d'exploitation, une ou plusieurs chaudières étant mises en service, selon la température extérieure. Une des chaudières sert de secours et peut être substituée à un générateur hors de service pour accident ou nettoyage. Les générateurs sont du type vertical à tubes fumée, en tôle rivée ; la tôle rivée a été préférée à la tôle soudée, car l'installation est importante et doit assurer un service permanent, et la tôle rivée est moins tributaire des qualités de la main-d'œuvre. La surface totale des chaudières est de 128 mètres carrés. Les régulateurs hydrostatiques permettent de faire varier la pression suivant les besoins et de la maintenir à la valeur fixée par le chauffage ; ils assurent l'échappement de la vapeur à l'air libre dès qu'une pression limite de 150 grammes est atteinte. Les générateurs échappent par suite au timbre et au contrôle des mines. Un magasin de combustible à l'intérieur de chaque générateur assure une alimentation automatique de combustible, le nombre de chargements nécessaires par vingt-quatre heures étant de trois ou quatre avec anthracite.

Une manutention mécanique des combustibles et des escarbilles facilite la tâche du chauffeur; une benne métallique, suspendue par un palan de levage à main, se déplace par poussée sur un mono-rail, de la soute à la plate-forme placée au dessus des chaudières; un appareil de levage à main permet de monter les escarbilles du sous-sol au rez-de-chaussée.

Des soutes de 100 mètres cubes de contenance assurent l'approvisionnement d'un mois en combustible.

Dans les salles de travail, les surfaces radiantés sont constituées par des tuyaux à ailettes en acier, en raison des risques de bris des radiateurs ou tuyaux à ailettes en fonte par suite de la manutention des chariots.

Le prix de l'installation est d'environ 320.000 francs. La dépense maximum de combustible par vingt-quatre heures et pour une température extérieure de -7° serait de 4 tonnes avec l'anhracite et près de 6 avec le coke. En moyenne, elle est d'une tonne et demie par jour, soit une dépense annuelle de l'ordre de 100.000 francs.

Ce chiffre indique l'intérêt qui s'attache à réduire les dépenses de combustible. Il faut choisir un bon chauffeur et procéder à des achats rationnels de combustible; il serait indiqué notamment, pour des immeubles de l'importance du bureau du P.L.M. raccordés à une voie ferrée, de faire venir directement de la mine ou de l'usine l'anhracite ou le coke nécessaires. Les techniciens du chauffage central se préoccupent, d'autre part, d'abaisser le prix de revient de la calorie. Des générateurs de chauffage central par vapeur à basse pression et air soufflé sont à l'étude; ils permettraient de brûler des fines et des charbons à bon marché. Des distributions urbaines de vapeur, avec chaufferie à haute pression centralisées, sont également projetées dans quelques villes de province et à Paris: la vapeur serait utilisée à produire de l'énergie électrique et, après détente et transport souterrain, à alimenter les installations de chauffage central à vapeur ou à eau chaude; des installations de ce genre fonctionnent à l'étranger; celle qui est projetée pour Paris peut intéresser le bureau du P.L.M. par suite de son tracé, si le prix de la calorie vendue est avantageux.

Cabine à haute tension et éclairage électrique. — La puissance à prévoir, pour l'éclairage de l'immeuble et des quais, la force motrice, l'extension future par surélévation d'un étage, est de l'ordre de 180 kilowatts. Une telle puissance rend obligatoire l'installation d'une cabine à haute tension. Au sujet des installations de haute tension de Paris, rappelons que l'administration a le choix entre deux tarifs : le tarif des P.T.T., avec lequel le prix du kilowatt-heure est une fonction décroissante de la consommation totale des services de Paris ; et le barème industriel, qui dépend de la consommation, du coefficient d'utilisation et du $\cos \varphi$ de la cabine envisagée, considérée comme distraite de la consommation totale des services de Paris. L'immeuble placé sous le régime industriel bénéficie pour lui seul de conditions plus avantageuses, mais ne concourt pas à accroître la consommation totale des services de Paris, donc à diminuer le tarif des P.T.T.. C'est un point de vue qui est fréquemment (et à tort) laissé dans l'ombre. C'est ainsi que l'administration économisera annuellement plusieurs dizaines de milliers de francs en conservant le tarif des P.T.T. pour la cabine à haute tension assurant l'éclairage de la recette principale. Pour le bureau de tri du P.L.M., au contraire, il y a un léger avantage en faveur du barème industriel.

L'installation à haute tension du bureau de tri du P.L.M. est alimentée par la C.P.D.E. en courant diphasé à 12.000 volts et 42-50 périodes, qu'elle transforme en courant triphasé à basse tension, à 125 volts entre phase et neutres. Elle est donc équipée avec des transformateurs à montage Scott. Cette singularité est due au fait que deux quais, le sous-sol et le rez-de-chaussée ont été occupés par les services avant l'achèvement du bâtiment et éclairés par le courant triphasé de la compagnie P.L.M., et qu'il a été reconnu utile de conserver une liaison de secours avec le réseau de la compagnie. D'ailleurs, l'installation triphasée « Force et Lumière » est moins coûteuse que l'installation diphasée, à puissance égale.

La sécurité de marche et la réduction des dépenses d'exploitation ont fait l'objet d'une étude attentive. L'installation de groupes électrogènes de secours se substituant au secteur défaillant

serait onéreuse et exigerait un personnel technique, qui fait défaut aux bâtiments purement postaux.

Pour prévenir les conséquences d'accidents sur les câbles et les transformateurs, il a été prévu :

1° deux câbles 12.000 volts, dont un de secours, venant de deux sous-stations différentes, Rambouillet et Chambertin, aboutissant à un inverseur dans le poste de transformation ;

2° deux groupes de deux transformateurs de 90^{kVA} chacun.

Un seul groupe assure la marche de jour ; le deuxième est couplé la nuit en parallèle. Les transformateurs travaillent ainsi dans les meilleures conditions de rendement, et la durée des pertes à vides du groupe d'appoint est réduite au minimum. En cas d'accident sur un groupe, le deuxième assure un service suffisant.

La cabine est du type C.P.D.E. le plus récent. Elle est protégée contre les surtensions du circuit extérieur par un disjoncteur à haute tension ayant une capacité de rupture de 100.000^{kVA} et muni de dispositifs de déclenchement à maximum d'intensité, avec réenclenchement empêché en cas de court-circuit permanent. Chaque groupe de transformateur est commandé par un interrupteur dans l'huile à basse tension. Du côté de la basse tension, les transformateurs sont protégés par des disjoncteurs à maximum d'intensité et minimum de tension.

Sur les panneaux de marbre (fig. 4), sont rassemblés les volants de commande des interrupteurs dans l'huile, les appareils de mesure, ampèremètre, voltmètre, les lampes de signalisation de mise sous tension. Du tableau de départ (à droite de la photographie), partent deux circuits de force et un circuit de lumière. Celui-ci aboutit, au rez-de-chaussée, au tableau des allumages dans le local des électriciens.

L'éclairage a été réalisé suivant les méthodes de calcul rationnelles qui sont maintenant suivies. Des essais scientifiques ont démontré l'amélioration en fonction de l'éclairement : de l'acuité visuelle, de la rapidité de vision et d'accommodation, de la continuité de vision. Il faut en outre éviter les effets d'éblouissement directs ou par réflexion et contrastes, obtenir un éclairage uniforme,

sans ombres opaques. De forts éclairagements augmentent évidemment la dépense de courant ; mais il ne faut pas oublier que le rendement du personnel dépend, aussi bien que sa vue, d'un bon éclairage. Aux Etats-Unis, on s'est rendu compte des difficultés visuelles du travail de tri, et le taux des éclairagements a été fixé à des chiffres élevés, supérieurs à 100 lux. Des statistiques ont montré qu'au bureau central de tri de New-York, qui occupe 4.800 agents, le rendement du personnel est amélioré au point que, malgré les dé-

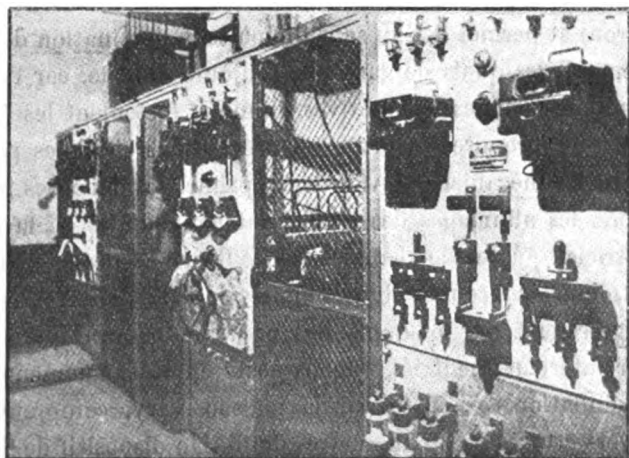


Fig. 4. — Cabine à haute tension.

A droite : distribution ;

A gauche : panneau de commande des transformateurs.

penses considérables de courant, un gain annuel d'environ 100.000 dollars est réalisé.

L'éclairage de salles de tri est particulièrement délicat. Il ne suffit pas de choisir des appareils appropriés, d'en calculer la puissance, la hauteur, l'interdistance pour obtenir l'intensité voulue : il faut aussi donner un éclairage uniforme sans éblouissement, sans ombres portées, but difficile à atteindre étant donné le nombre et la hauteur des casiers de tri. Il faut employer des lampes puissantes, dont le rendement est meilleur ; mais il faut en disposer un nombre suffisant, pour supprimer l'éclairage des surfaces non occupées, buts parfois contradictoires. Après essais, un résultat à peu

près satisfaisant a été obtenu en disposant deux foyers de 200 watts entre deux rangées de casiers équipés avec des appareils Brandt et Fouilleret à miroirs paraboliques émaillés blancs. Le réglage de la lampe dans l'appareil est très important : s'il est mal effectué, l'éclairage peut être diminué de 20 à 30 %. Chaque foyer de 200 watts est généralement commandé par un allumage.

Les quais sont éclairés par 200 appareils Brandt et Fouilleret pouvant recevoir des lampes de 150 ou de 200 watts. Avec des lampes de 150 watts, l'éclairage est suffisant (une trentaine de lux environ) et permet de lire sans difficulté la destination des sacs. L'éclairage des quais de gares est toujours difficile, car l'atmosphère, enfumée par les locomotives, diminue fortement les éclairages. Il faut prendre en outre des précautions spéciales pour ne pas éblouir les mécaniciens. Afin de supprimer les dépenses inutiles de lumière, les allumages des quais sont commandés de la cabine de l'électricien au rez-de-chaussée. En outre, l'éclairage d'un quai est fractionné en groupes divisionnaires indépendants et groupes d'éclairage réduit. Sur les quais, des prises de courant permettent d'éclairer intérieurement les wagons-poste en stationnement.

L'installation, exécutée par la maison Véry, comprend sept cents foyers et près de 30 kilomètres de fil. Un dispositif de secours complémentaire a été réalisé, pour le cas où le courant de la C.P.D.E. vient à manquer : un contacteur automatique prend sur le réseau P.L.M. une puissance de 20 kilowatts pour alimenter les escaliers, issues, cabines de chargement. Dès le retour du courant de la C.P.D.E., cette puissance est automatiquement reprise sur la cabine.

Le coût total de l'installation électrique a été de l'ordre de 400.000 francs. La consommation de force et de lumière du 30 novembre au 10 décembre a été d'environ 6.000 kilowatts-heure.

Tables à dépression. — Ne quittons pas le chapitre des installations de chauffage et d'éclairage sans parler des efforts faits par l'administration dans la voie du dépoussiérage. Une installation de secouage et de dépoussiérage mécanique des sacs de réserve fonctionne déjà à Paris R... L'emplacement pour une installation

similaire est prévu au bureau du P.L.M. Un progrès nouveau a été marqué par la recherche de tables de tri absorbant la poussière à l'ouverture des sacs. Une première table à dépression a été réalisée dans un bureau de Paris par les établissements Kestner et Neu à la suite d'un concours.

Ce premier essai a été suivi d'améliorations qui ont permis d'établir une table à peu près satisfaisante, qui fonctionne à Rou-

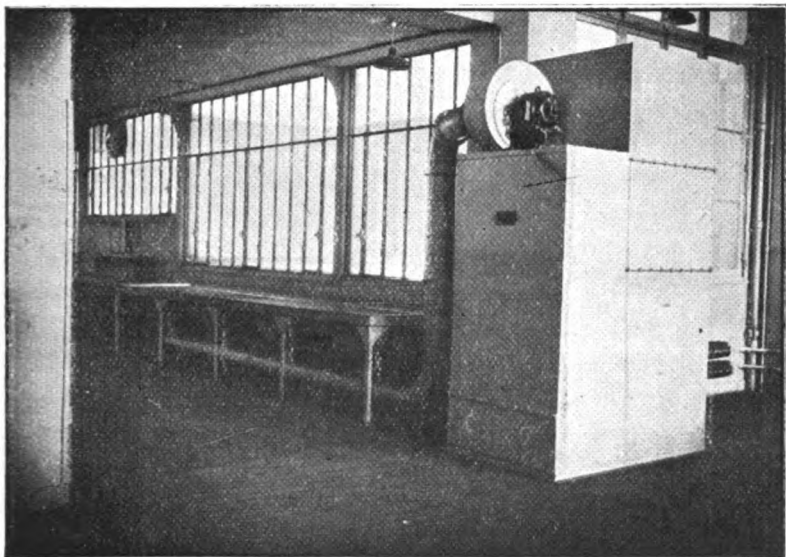


Fig. 5. — Table à dépression.
(modèle installé à l'hôtel des postes de Roubaix.)

baix (fig. 5). Le meuble, entièrement métallique, est formé de trémies de 1^m,25 sur 1^m,25 dont la partie supérieure est fermée par une plaque perforée. L'air, aspiré dans ces trémies sous l'effet d'un groupe ventilateur de 2 à 3 chevaux, est conduit par un collecteur sous la table à un caisson filtre métallique et, après filtration, rejeté dans la salle à la partie haute du caisson ; les toiles filtrantes sont secouées périodiquement par des batteurs, manœuvrés de l'extérieur par une poignée : la poussière et les débris d'ouverture (ficelles, notamment) sont recueillis à la partie inférieure du caisson dans un tiroir amovible. La filtration est excellente ; le filtre, un peu encom-

brant, ne demande par contre aucun entretien ; la vitesse de l'air aspiré est suffisamment basse pour ne pas gêner le personnel ; l'air est expulsé à la partie supérieure du filtre et rejeté dans la salle afin de n'apporter aucun trouble ni baisse de température l'hiver, ce qui se produirait s'il était rejeté à l'extérieur de la salle.

A la suite de ces résultats satisfaisants, l'administration a projeté l'ouverture d'un concours pour l'aménagement de tables de tri à dépression dans le bureau du P.L.M..

II. L'OUTILLAGE DE MANUTENTION.

Chariots et tracteurs. — Les manutentions sur quais sont effectuées avec des chariots d'un mètre de largeur et 1^m,85 de longueur, à roulement à billes, qui pèsent à vide 250 kilos et peuvent contenir une trentaine de sacs. Le nombre de chariots nécessaires est de cent vingt. En raison du poids et des distances à parcourir, ils sont remorqués par des tracteurs électriques. Ceux-ci, au nombre de huit, sont du type S.A.H.M.B. à quatre ou trois roues, de 1^m,70 de longueur et 95^{cm} de largeur, équipés avec un moteur de 2 chevaux et une batterie S.A.F.T. d'accumulateurs ferro-nickel de 27 à 32 éléments de 195 ampères-heure. La vitesse réalisée en palier varie de 4 à 8 kilomètres suivant l'état du sol ; des rampes de 10/100 et des courbes de 1^m,30 de rayon peuvent être abordées. Le prix des tracteurs, dont l'emploi est très répandu dans l'administration, est de 25 à 30.000 francs ; les dépenses de courant sont assez élevées : 135 watt-heure par tonne kilométrique remorquée, d'après les constructeurs ; quant aux dépenses annuelles d'entretien, elles sont considérables, en raison du très dur service auxquels ils sont soumis : elles dépassent 5.000 francs par tracteur.

A l'intérieur des salles, les manutentions sont effectuées avec des chariots plus légers, de 1^m,14 sur 89^{cm}, dont les quatre roues sont caoutchoutées pour ne pas endommager le terrazolith. Ils présentent cette particularité, que les deux essieux perpendiculaires ne se trouvent pas dans un même plan : le chariot roule sur les deux roues latérales et la roue de devant. Les roues, plus petites que dans le type précédent, ne sont pas pourvues de roulements à

billes ; d'autre part, le coefficient d'adhérence du caoutchouc sur le terrazolith est faible ; aussi l'effort à fournir est-il assez grand relativement au poids transporté.

Monte-charges électriques. — A l'intérieur du bâtiment, d'étage à étage, les relations sont assurées par des monte-charges et des glissières.

Trois groupes de deux monte-charges électriques sont disposés

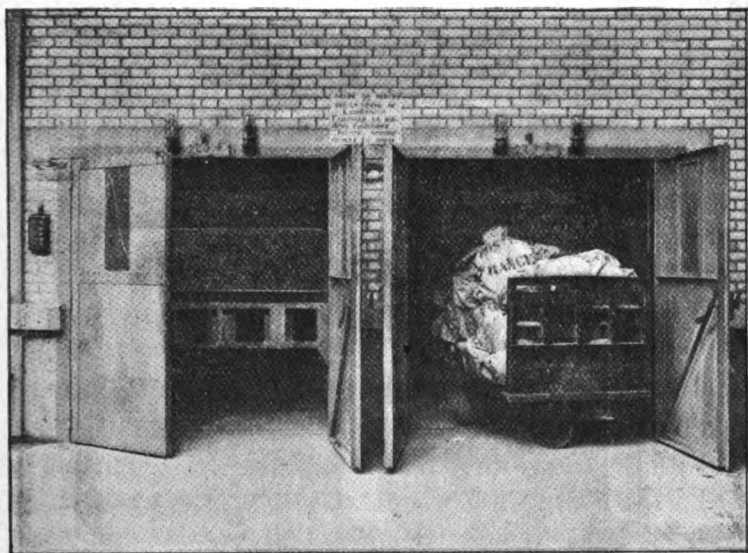


Fig. 6. — Groupe de deux monte-charges : accès au rez-de-chaussée.

aux sommets de trois angles intérieurs du bâtiment et assurent les communications entre le sous-sol, la cour et les étages. Chacun d'eux, disposé pour recevoir un chariot accompagné (fig. 6), peut enlever une charge de 1.500 kilos à la vitesse de 40^{cm} à la seconde.

Ces appareils, du type Roux-Combaluzier, se déplacent le long des guidages à l'intérieur d'un pylône métallique qui supporte la machinerie à la partie supérieure (fig. 7) ; tous les efforts sont ainsi reportés sur le sol inférieur. Ils sont du type à traction directe par chaînes Galle multiples à très grand coefficient de sécurité. La trac-

tion par câbles n'a pu être adoptée, en raison de la faible hauteur disponible pour la machinerie à la partie supérieure.

La construction de ces appareils, dont le fonctionnement laisse souvent à désirer lorsqu'ils proviennent de types bon marché et de second ordre, a été spécialement étudiée en vue de résister aux manœuvres brutales et aux chocs inévitables dans la manutention rapide de chariots lourdement chargés. La benne, de construction entièrement métallique, de 1^m,80 de largeur sur 2^m,30 de longueur

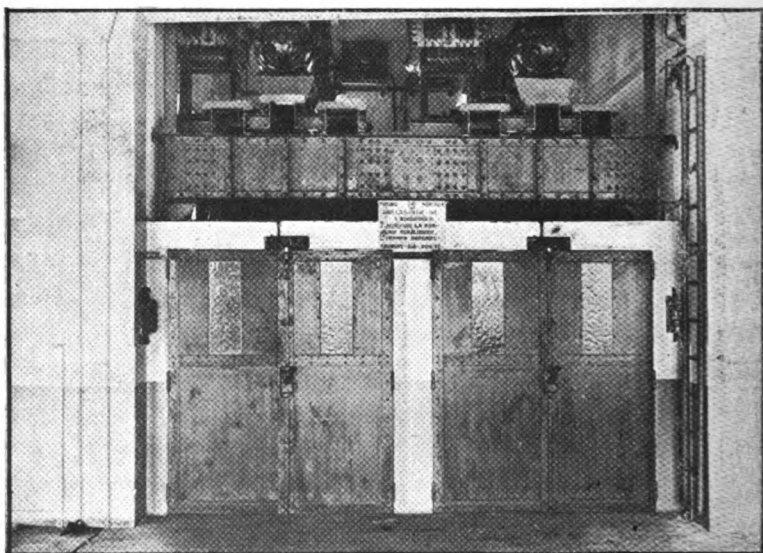


Fig. 7. — Groupe de deux monte-charges : partie supérieure et mécanisme.

en moyenne, est fermée par une barrière pleine à mouvement vertical, extrêmement robuste, les portes à losanges articulées ne pouvant résister à la butée des chariots ; ces barrières doivent être abaissées pendant l'ascension et sont verrouillées électriquement.

La benne est suspendue par quatre chaînes galle pouvant supporter une charge normale de 12 tonnes, c'est-à-dire trois fois le poids de la benne et de la charge utile. Malgré la résistance élevée de ces chaînes, des parachutes, obligatoires dans les cas des ascenseurs, ont été placés dans chaque appareil ; ces parachutes sont du type à coins symétriques aux guidages : normalement, les coins

sont maintenus à une certaine distance de ces derniers ; en cas de rupture ou de mollissement des chaînes, ils sont rappelés brusquement en position de prise entre les guidages et la benne. L'action de ce parachute est très rapide : aux essais, en quelques centimètres de course libre la benne a été immobilisée.

La commande électrique est du type à boutons « Universelle », comportant des boîtes à boutons complètes à chaque étage et à l'intérieur de la benne, particulièrement robustes ; une boîte a donc autant de boutons poussoirs que d'étages desservis et en plus un bouton d'arrêt.

Afin d'éviter les appels d'air du dehors ou entre étages ; les portes palières sont constituées par des portes pleines métalliques à deux vantaux, fermées par des crémones de construction spéciale, avec serrure de sûreté et condamnation de manœuvre.

Quelques détails sont à signaler dans la construction de ces appareils.

Tout d'abord, le démarrage des moteurs de 18 chevaux, à quatre pôles, du type bobiné à bagues, est effectué par l'intermédiaire d'une poulie à embrayage centrifuge, du type D.M.. Le moteur prend ainsi sa vitesse très rapidement et sans pointe de courant excessive : au maximum 1,8 fois le courant en marche normale, la puissance normale étant de 12 chevaux.

Signalons le *servo-moteur rotatif*, caractéristique de l'appareillage « Roux-Combaluzier » dans le cas de courants polyphasés. Il consiste en un petit moteur auxiliaire placé sous l'action des relais « montée » et « descente ». Ce moteur fait quelques tours seulement dans un sens pour la montée, et dans le sens contraire pour la descente. Sa rotation est utilisée pour effectuer le déblocage des freins, la commande de l'inverseur, la fermeture du circuit du secteur, le fonctionnement du rhéostat de démarrage. A l'arrêt de la benne, dès que le courant est coupé dans l'un des circuits « montée » ou « descente », un contrepoids antagoniste ramène le mécanisme à l'arrêt. Ce dispositif offre l'avantage de supprimer les commandes par électro-aimants, délicates en courant alternatif.

Le cahier des charges imposait aux constructeurs des arrêts très précis. En raison du poids des chariots chargés, il importe,

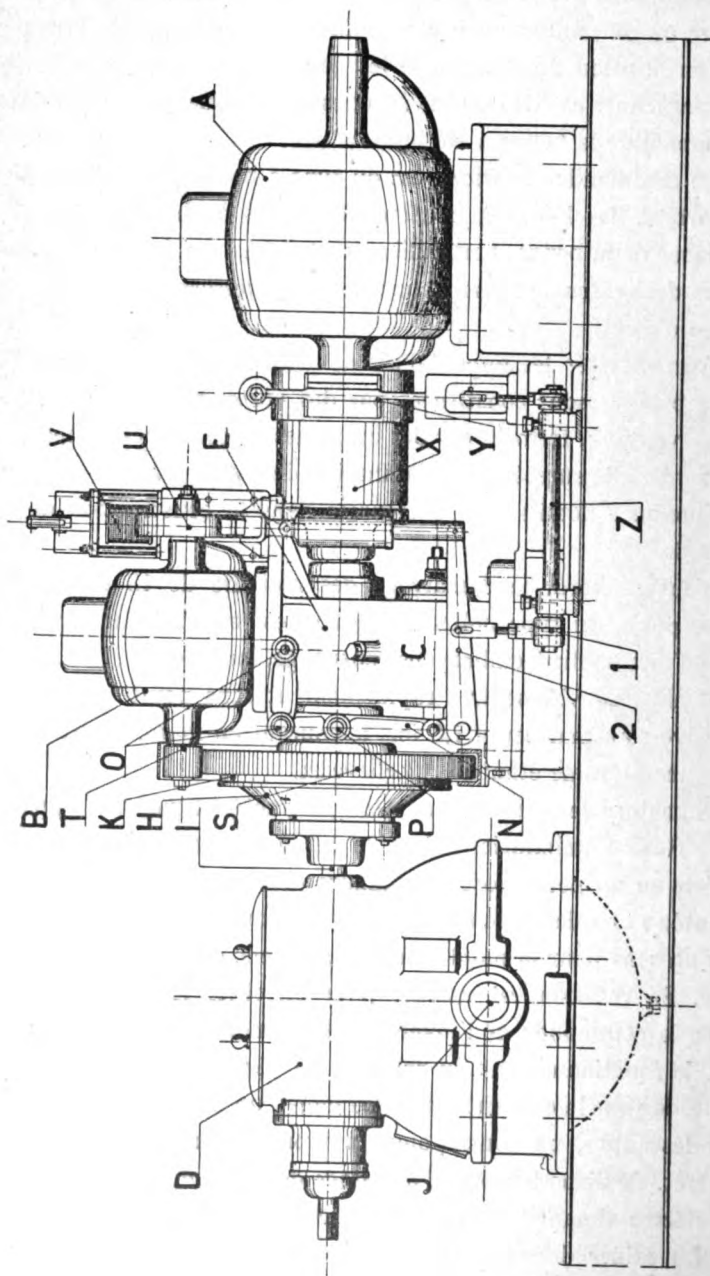


Fig. 8. — Disposition générale du ralentisseur.

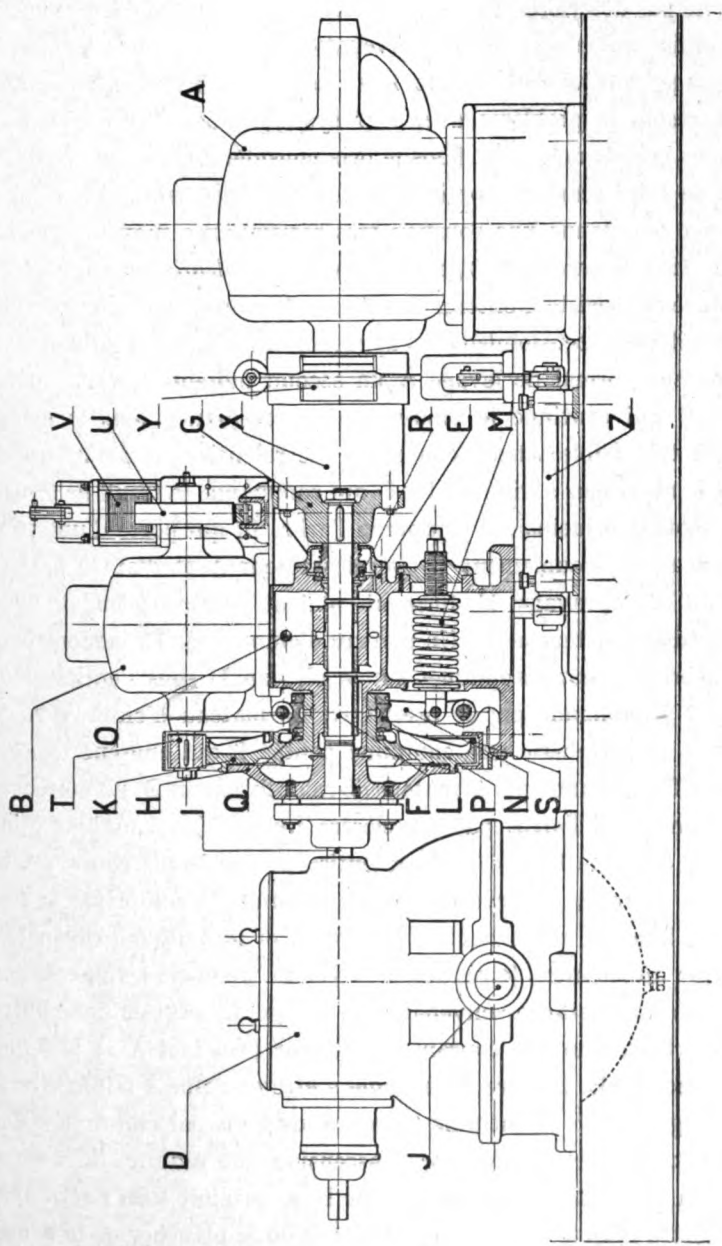


Fig. 9. — Coupe du ralentisseur.

pour ne pas détériorer les seuils et diminuer la fatigue du personnel, de réduire au minimum la dénivellation à l'arrêt entre le niveau de l'étage et celui de la benne. Les ateliers Otis-Pifre ont parfaitement résolu le problème avec leur système micro-drive, répandu dans les grands magasins. Mais le prix considérable de ces appareils a dû en faire écarter l'application. Les établissements Roux-Combaluzier ont donné une solution très satisfaisante moyennant une majoration de prix de 15 % environ avec leur *ralentisseur* (fig. 8 et 9). Le procédé consiste à obtenir une diminution rapide et considérable de la vitesse ascensionnelle à l'approche du palier, en substituant au moteur normal de levage A un second moteur de faible puissance B qui continue le mouvement ascensionnel dans le même sens, à très faible vitesse constante. Le ralentisseur E s'interpose entre le réducteur à vis sans fin D qui commande le treuil de levage et le moteur principal. Il comprend l'arbre F, qui porte d'une part le plateau d'accouplement G avec le moteur A et d'autre part le plateau d'embrayage H formant plateau d'accouplement avec l'arbre du réducteur à vis. Un plateau d'embrayage E, indépendant de l'arbre F, peut s'appliquer sur le plateau H sous l'action d'un levier N commandé par le ressort R. Le plateau d'embrayage X porte à sa périphérie une couronne dentée S qui engrène avec le pignon T commandé par le moteur de ralentissement B. Le moteur B est maintenu à l'arrêt par un électro frein UV. Le moteur principal A entraîne l'arbre F du ralentisseur par le plateau G. A la mise en marche, le servo-moteur de commande comprime le ressort M, libère le plateau H et l'arbre F, et le moteur principal A entraîne directement le réducteur à vis du treuil de levage. Avant l'arrêt, à une distance convenable de l'étage, le servo-moteur libère le ressort M, coupe le courant du moteur principal A et le ferme sur le moteur B. L'arbre F continue à être entraîné à faible vitesse par l'engrenage S et entraîne le réducteur à vis par embrayage des plateaux H et E. La vitesse d'ascension est réduite de 40^m à 3^m à la seconde. L'arrêt du moteur B se produit sous l'action de son électro-frein UV, au moment précis où le plancher de la benne affleure celui du palier.

La signalisation de la position des bennes a enfin fait l'objet

de dispositions particulières. Une ouverture en verre armée a été ménagée dans les vantaux des portes palières. Chaque benne étant éclairée continuellement par une lampe enfermée dans un hublot, il est possible de voir si la benne est à l'étage où l'on se trouve. En outre, une signalisation par lampes rouges ou blanches placées au-dessus des portes indique si la benne est disponible à un autre étage ou si elle est en marche. Tant que la lampe blanche n'est pas allumée, la benne est en service et il est par suite inutile d'appuyer sur les boutons d'appel.

L'ensemble de ces appareils, remarquablement robustes, représente une dépense de 470.000 francs.

Glissoires. — Les monte-charges sont destinés, en principe, à l'élévation des chariots. Les glissoires hélicoïdales sont utilisées comme descenseurs de sacs. Ce sont des appareils qui remplissent parfaitement ce rôle, puisqu'ils n'exigent ni force motrice ni entretien ; aussi sont-ils d'un usage fréquent dans la manutention postale et dans les grands magasins. Une glissoire hélicoïdale se compose :

1° d'un limon intérieur, formé par une joue cylindrique ou par un noyau annulaire,

2° d'une joue extérieure cylindrique concentrique ou noyau,

3° d'un fond hélicoïdal réunissant les deux joues, la génératrice étant généralement une ligne droite, normale à l'axe.

L'objet déposé sur une glissoire hélicoïdale descend en glissant sur le fond et en s'appuyant sur la joue extérieure, où il frotte d'autant plus énergiquement que la force centrifuge qui l'applique contre cette joue est elle-même plus grande. On démontre, en établissant les équations du mouvement, qu'il existe une vitesse limite indépendante du poids de l'objet. Deux objets placés dans une glissoire hélicoïdale prendront rapidement la même vitesse, voisine de la vitesse limite, et ne pourront s'entrechoquer.

Le calcul et la construction de ces appareils sont très délicats. Les deux joues extérieures et intérieures sont bien des surfaces cylindriques développables, dont l'exécution en métal (tôle, zinc, laiton) ne présente aucune difficulté. Mais le fond hélicoïdal n'est pas une surface développable, et il faut le constituer par une tôle

emboutie. Cet emboutissage se faisait autrefois à la main ; mais, depuis la raréfaction des chaudronniers spécialistes, il est exécuté à chaud à la presse hydraulique. La presse employée (fig. 10)

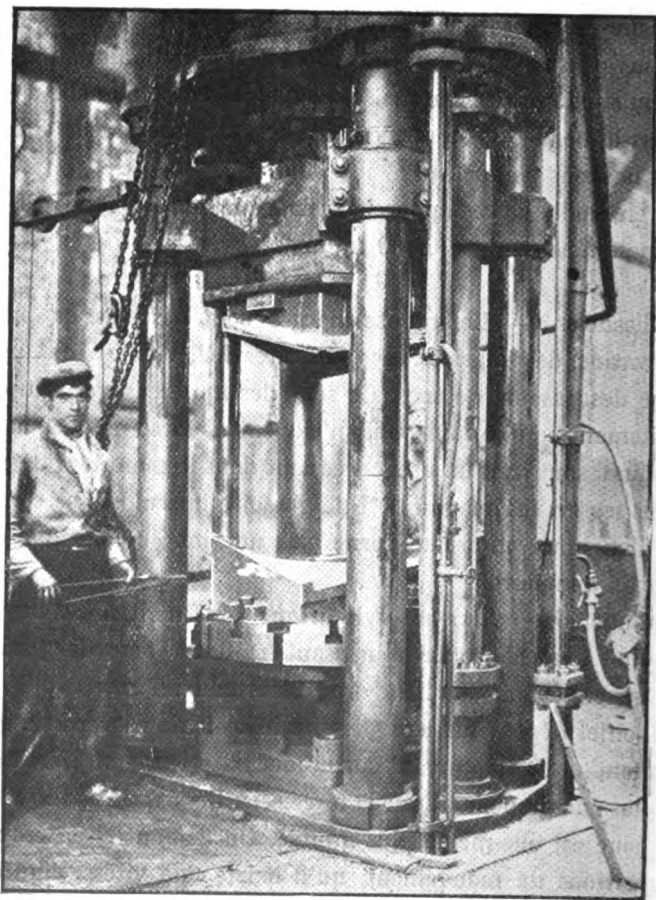


Fig. 10. — Outillage de fabrication des gissoires.

porte deux matrices en fonte, et la forme hélicoïdale des matrices est obtenue par taille du modèle sur un appareil spécial engendrant automatiquement toutes les surfaces hélicoïdales. Le montage des gissoires, en partant des fonds emboutis à la forme exacte, est des plus faciles et se fait horizontalement sans échafaudages.

Les glissoires du P.L.M. ont été exécutées par la Société des établissements Grosselin (aujourd'hui Société de Cuves et Foudres).

Le nombre des glissoires au bureau du P.L.M. est de quinze. Six groupes de deux glissoires enroulées autour du même axe (fig. 11)

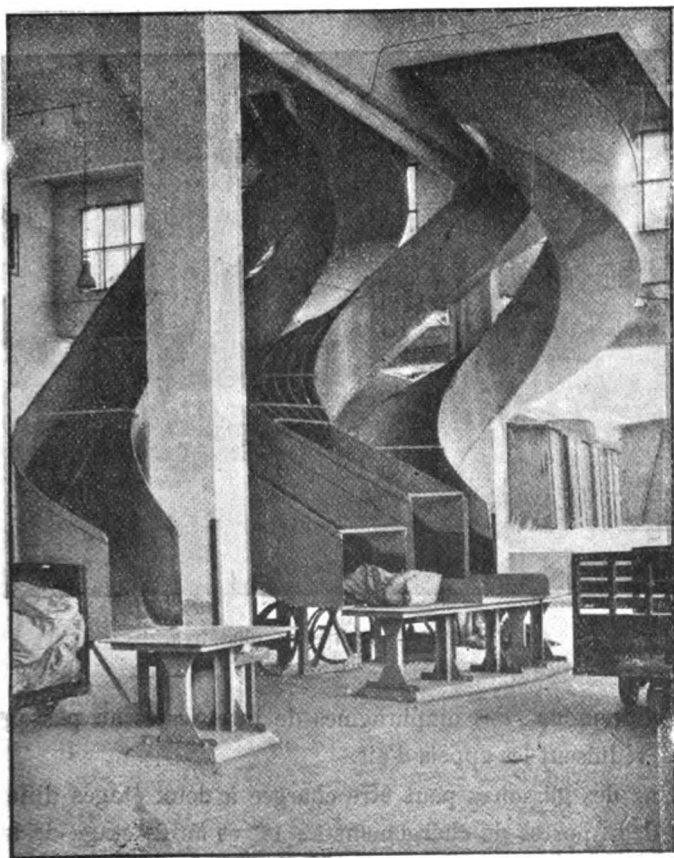


Fig. 11. — Groupe de glissoires.

et 12) aboutissent au trottoir du transbordement venant du 1^{er} et du 2^e étage; trois glissoires aboutissent au rez-de-chaussée sur les autres trottoirs intérieurs, venant du 1^{er} étage. Les glissoires, sans tube intérieur, sont, en projection horizontale, comprises entre deux cercles de 1^m,90 et 1^m,30 de diamètre; la hauteur des joues, en

tôle de 3 millimètres, est de 1 mètre; le fond est en tôle de 4 millimètres, et les glissoires sont fermées à la partie supérieure par des barreaux ronds de 18 millimètres de diamètre, espacés tous les 15 centimètres.

Chaque glissoire est fermée en son point de départ par une

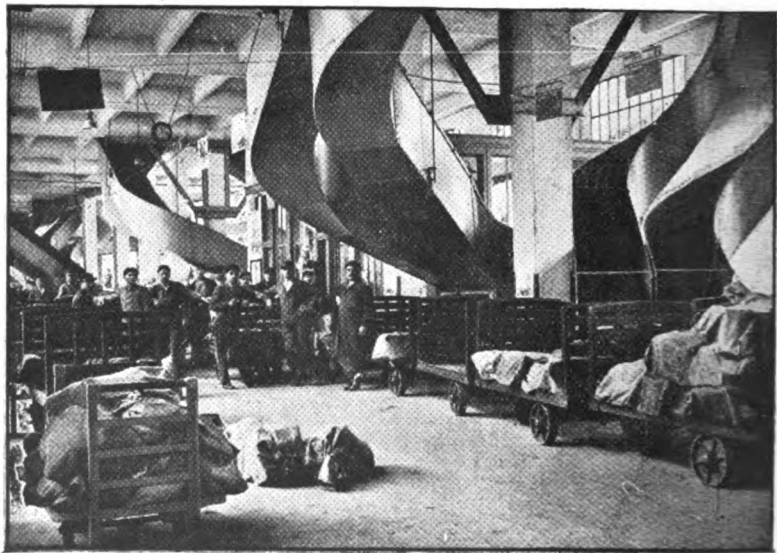


Fig. 12. — Groupe de glissoires.

porte à crémone : des diaphragmes de jute, lestés au passage des étages, réduisent les appels d'air.

Une des glissoires peut être chargée à deux étages différents, et les deux portes de chargement au 1^{er} et au 2^e étage de la glissoire sont verrouillées électriquement, de façon à ne pouvoir être ouvertes toutes deux à la fois.

L'ensemble des glissoires a coûté 220.000 francs.

On voit que l'organisation de la manutention du bureau de tri du P.L.M. est identique à celle qui est pratiquée habituellement dans les grands bureaux postaux : manutention en surface par chariots et tracteurs, liaisons en hauteur suivant des verticales par monte-charges et glissoires. Ce système de manutention est simple,

se prête à l'envoi groupé de sacs et à un contrôle efficace qui restreint au minimum les pertes ou les vols : l'envoi groupé sur un chariot est toujours accompagné et livré après acceptation écrite de celui qui le reçoit. Par contre, il présente l'inconvénient d'être lent et encombrant et d'immobiliser une main-d'œuvre importante. Son débit est limité, car les monte-charges sont des appareils lents et discontinus absorbant un temps appréciable à l'entrée et à la sortie des chariots. La vitesse des chariots poussés à la main est faible et leur nombre croissant envahit le transbordement.

Il est évident que les échanges postaux ne cesseront de se multiplier : très probablement, avec le développement de l'économie nationale et suivant l'exemple américain, la main-d'œuvre se fera plus rare et le taux des salaires croîtra par rapport au prix de la machine. Non seulement le volume et la rapidité de la manutention seront augmentés, mais encore les bureaux-gare seront de plus en plus éloignés de l'arrivée et du départ des trains, par suite du développement parallèle des installations des compagnies de chemins de fer. De nouvelles solutions pour la manutention postale devront être alors adoptées.

L'administration s'est d'ailleurs engagée dans la voie des recherches. A Bordeaux, une manutention complètement nouvelle est en voie de réalisation. Les dépêches, provenant des automobiles postales stationnant dans la cour, des wagons-poste en gare situés à des distances du bureau de tri atteignant 450 mètres, des salles de travail du 1^{er} étage, passeront toutes au rez-de-chaussée dans une salle de manutention et de répartition : les liaisons entre cette salle et les services du 1^{er} étage seront effectuées par trois transporteurs à courroie à sens de marche réversible et par une glissoire : les dépêches arriveront ainsi aux tables d'ouverture mêmes. Une liaison rapide et automatique par voie souterraine avec les quais encombrés de la gare est à l'étude. L'emploi de transporteurs à courroie sur une aussi grande longueur soulève des objections techniques et économiques. A une distance aussi importante, une solution par traction électrique automatique (mono-rails), métros postaux similaires à celui qui fonctionne à Londres) paraît préférable.

CONCLUSIONS.

De cette rapide monographie nous pouvons tirer quelques conclusions :

1^o Tout d'abord, remarquons l'importance des installations techniques dans un grand bureau de tri : elles représentent une dépense qui est de l'ordre de 15 % des dépenses totales ; cette proportion doit être doublée si l'on compare les annuités d'amortissement au lieu des frais de premier établissement : des installations thermiques ou électro-mécaniques doivent, en effet, être amorties en 15 ou 20 ans tandis qu'il est raisonnable d'envisager en 50 ans l'amortissement des bâtiments.

Plus importantes encore sont les dépenses annuelles d'entretien, combustible et courant électrique : elles représentent près de 5 % des salaires ; l'autorité du chef du bureau doit s'exercer efficacement pour limiter des dépenses inutiles élevées, sur lesquelles il a une action directe.

2^o En ce qui concerne la manutention, l'administration a prudemment suivi un système qui, jusqu'à ce jour, lui a donné satisfaction.

L'avenir, avec ses exigences nouvelles, lui imposera des conceptions nouvelles. Mais il convient de se garder d'une mystique du mécanisme et de l'automatisme. Des problèmes d'exploitation, notamment la sécurité, sont liés au mode de transport des dépêches.

La manutention mécanique entraîne souvent des constructions très coûteuses : en dehors de certaines circonstances qui les rendent obligatoires, elles ne doivent être réalisées que si un bilan exact et sincère en accuse l'intérêt financier. N'oublions pas qu'en Allemagne la rationalisation systématique dans l'industrie a conduit à des installations techniquement parfaites, fonctionnant avec une main-d'œuvre extrêmement réduite : or, du fait des amortissements, les prix de revient des produits fabriqués par ces usines étaient souvent comparables à ceux des usines anciennes qui faisaient un appel plus large à la main-d'œuvre

et, en période de production ralentie, ils devenaient notablement supérieurs.

L'administration conciliera certainement le désir de moderniser avec l'obligation d'administrer sainement les crédits qui lui sont confiés. Les études du bureau de tri de la gare du Nord, les essais qui vont être entrepris au bureau-gare de Bordeaux, peuvent en témoigner.

SUR UN ALTERNATEUR GYROSCOPIQUE ET SUR SES ANALOGIES ÉLECTRIQUES,

par Bernard SALOMON,
ingénieur des Postes et Télégraphes

Introduction. — La photographie ci-contre (fig. 1) représente un appareil gyroscopique que l'administration a bien voulu exposer à la foire de Paris (1) et qui correspond à un alternateur électrique, qui est son « analogue gyroscopique ».

Pour nous faire comprendre et préciser cette notion d'« analogie gyroscopique », citons Duhem. Duhem, dans sa *Théorie physique* (tome II, p. 153), après avoir contesté l'intérêt des « modèles mécaniques », si chers aux Anglais, qui ont été parfois tentés d'y voir des « explications », fait remarquer qu'il ne les faut pas confondre avec les « analogies », dont la recherche peut être, au contraire, féconde. L'analogie peut prendre une forme très précise : « Deux catégories de phénomènes très distinctes, très dissemblables, « dit Duhem, ayant été réduites en théories abstraites, il peut « arriver que les équations où se formule l'une des théories soient « algébriquement identiques aux équations qui expriment l'autre. « Alors, bien que ces deux théories soient essentiellement hétérogènes par la nature des lois qu'elles coordonnent, l'algèbre établit « entre elles une exacte correspondance ; toute proposition de l'une « des théories a son homologue en l'autre ; tout problème résolu « en la première pose et résout un problème semblable en la « seconde. »

Sans attribuer à l'analogie gyro-électrique une généralité aussi absolue, c'est à ce point de vue que nous nous plaçons quand nous

1. Cet appareil portait les indications suivantes : « Transmission gyroscopique, système Bernard Salomon, construit en 1924 par la société La précision moderne ». Il avait été prêté par l'Ecole polytechnique.

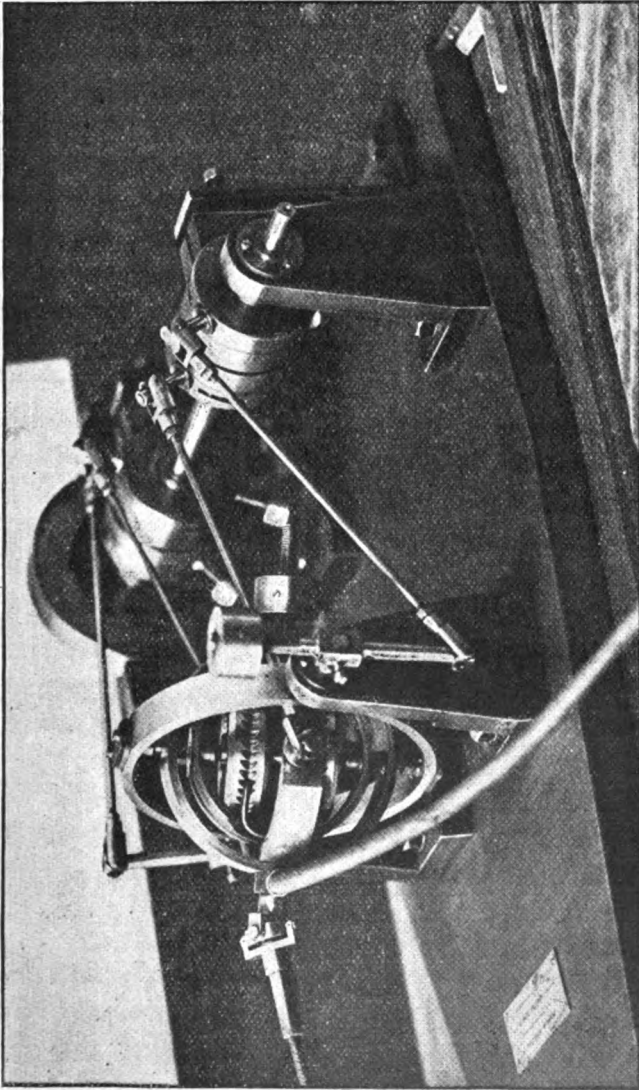


Fig. 1.

parlons de « correspondance » et d' « analogie » entre l'*alternateur gyroscopique* et l'*alternateur électrique* (¹) et, plus généralement, entre certains appareils gyroscopiques et les machines électriques.

Description de l'appareil. — Un système gyroscopique entraîné dans la rotation d'un arbre moteur transforme ce mouvement de rotation en mouvements d'oscillation *diphasés* autour de deux axes (plus généralement, en mouvements d'oscillation *n*-phasés autour de *n* axes). Ces mouvements alternatifs sont communiqués par des bielles à des *roues libres* montées sur un arbre récepteur et qui les redressent.

L'arbre récepteur, perpendiculaire, dans le cas de la figure, à l'arbre moteur, tourne donc d'un mouvement circulaire continu.

La vitesse de l'arbre récepteur est ainsi sensiblement proportionnelle à la vitesse maximum d'oscillation des cadres, c'est-à-dire sensiblement proportionnelle, pour une vitesse angulaire donnée de l'arbre moteur, à l'amplitude des oscillations.

Cette amplitude elle-même dépend, toutes choses égales d'ailleurs, de la vitesse de l'arbre moteur, de la vitesse de rotation propre du gyroscope, de la valeur du couple résistant sur l'arbre récepteur.

Propriétés essentielles. — En faisant varier la vitesse de rotation propre du gyroscope, soit volontairement, soit automatiquement, on fait varier le *rapport de transmission* (rapport des vitesses des arbres moteur et récepteur).

1. *Embrayage.* — Si la vitesse de rotation propre est nulle, il y a *désembrayage*. Si elle augmente progressivement, l'embrayage a lieu progressivement, *pourvu toutefois que la vitesse de l'arbre moteur soit suffisante*.

L'appareil est donc un embrayage *progressif et automatique*.

2. *Changement de vitesse.* — C'est, en outre, un changement de vitesse *progressif* et qui peut être *automatique*, si la vitesse de

1. A propos de la valeur suggestive des analogies, rappelons que Pupin aurait, dans la « pupinisation », transposé un chapitre de la *Mécanique analytique* de Lagrange.

rotation propre du gyroscope est commandée automatiquement, de façon à réaliser une loi donnée.

La puissance nécessaire à l'entretien du gyroscope est, d'ailleurs, *minime*, car elle doit seulement compenser les pertes dues aux résistances passives, qui sont *minimes*.

Le rendement de la transmission ne dépend, en somme, que de celui des encliquetages ou roues libres.

3. *Le moteur est complètement déchargé si l'arbre récepteur est bloqué.* — La théorie montre aisément que, si la résistance augmente sur l'arbre récepteur, le moteur est progressivement déchargé, à moins de forcer l'excitation du gyroscope, c'est-à-dire à moins d'augmenter sa vitesse de rotation propre.

A la limite, pour un très grand couple sur l'arbre récepteur, pour le blocage de cet arbre, *le moteur, pour une excitation normale du gyroscope, se trouve entièrement déchargé.*

Cette propriété, qui différencie absolument la transmission des systèmes de transmission à liaisons complètes, est facile à mettre en évidence : un observateur tourne la manivelle commandant le flexible et ne sent plus aucune résistance à partir du moment où une autre personne bloque l'arbre récepteur.

4. *Dynamomètre de transmission.* — On établit aisément que, connaissant les vitesses mises en jeu, on connaît, pour un appareil donné, le couple moteur et, par suite, la puissance transmise.

L'appareil joue donc le rôle de *dynamomètre de transmission*.

5. *Valeur du couple moteur.* — Le couple moteur C_m sur l'arbre moteur (arbre du flexible) est, en régime permanent, donné par l'équation :

$$C_m = (Cr) \omega u_{\max} \cos \varphi,$$

dans laquelle Cr représente le moment cinétique utile, en relation avec la vitesse de rotation propre du gyroscope, C le moment d'inertie du gyroscope par rapport à son axe, ω la vitesse angulaire de l'arbre moteur, $u_{\max}$ la demi-amplitude angulaire maximum des oscillations, $\cos \varphi$ le cosinus de l'angle φ , décalage dans le temps entre les couples alternatifs agissant sur les cadres et les vitesses angulaires alternatives des cadres.

Cette formule explique aisément les propriétés énoncées et donne bien, en particulier : $C_m = 0$ pour $u_{\max} = 0$. Elle explique, autrement dit, qu'il n'y ait aucun couple *antagoniste* sur l'arbre moteur, quand l'arbre récepteur est maintenu immobile.

Analogies gyro-électriques. — Dans des notes présentées à l'Académie des sciences, et reproduites plus loin, nous avons indiqué, pour les machines électriques synchrones et asynchrones, des analogies gyroscopiques *que traduisent des équations absolument parallèles à celles de l'électrotechnique*.

1. *Machines synchrones.* — A ce point de vue, la transmission ci-dessus décrite correspond à un *alternateur électrique diphasé* ⁽¹⁾, dont l'*excitation* correspond à l'*excitation du gyroscope*, la vitesse de rotation propre du gyroscope correspondant à l'intensité du courant inducteur.

Le système d'encliquetages par roues libres peut être assimilé à un système redresseur de courant, et le volant monté sur l'arbre récepteur à une self en série sur le circuit du courant redressé.

Le tableau de corrélation électro-gyroscopique s'établit ainsi :

Moments cinétiques	Flux,
Vitesse de rotation propre du gyroscope	Intensité du courant dans l'inducteur.
Couples alternatifs engendrant les oscillations.	Forces électromotrices induites,
Vitesse d'oscillation	Intensités débitées par l'induit,
Nombre d'axes d'oscillation	Nombre de phases de l'induit,
Décalages entre les couples et les vitesses.	Décalages entre les forces électromotrices induites et les intensités débitées,
Impédances mécaniques.	Impédances électriques.

L'impédance mécanique est définie par : $Z_m = \sqrt{P^2 \omega^2 + R^2}$, P étant un moment d'inertie et R un coefficient de viscosité relatif à un couple de frottement de la forme — Ru (R étant une constante positive et u une vitesse angulaire).

1. L'alternateur est *diphasé* si l'on considère les rotations alternatives autour des axes des cadres ; il est *tétraphasé*, du côté du redresseur, grâce à la disposition des bielles.

D'une manière générale, une impédance mécanique comprendra des *inerties*, des *élasticités*, des *viscosités*.

L'appareil gyroscopique, comme la machine électrique, est *réversible* et peut *fonctionner en moteur synchrone*.

2. *Machines asynchrones*. — Aux machines électriques, correspondent des appareils à gyroscopes non pas entretenus, mais *mobiles avec frottement dans leurs paliers*. Comme ces frottements tendent à s'opposer aux rotations propres, ces gyroscopes sont à *rotations propres freinées*, ce qui revient à dire qu'ils peuvent être entraînés par *adhérence* dans des mouvements de rotation ou d'oscillation si leurs paliers reçoivent de tels mouvements. On peut supposer, en particulier, que la loi de frottement des gyroscopes dans leurs paliers est caractérisée par des couples de la forme $-R\varphi'_1$, R étant un coefficient positif et φ'_1 une vitesse de rotation propre.

Une des notes ci-jointes montre alors que l'appareil exposé à la foire de Paris, mais à gyroscopes sans excitation continue (1), peut fonctionner en « moteur gyroscopique asynchrone diphasé », ou encore, et notamment si on l'entraîne à une vitesse supérieure à celle du synchronisme et en lui fournissant de l'énergie mécanique réactive, en « génératrice gyroscopique asynchrone d'oscillations ».

Les rôles de la puissance mécanique réactive et de la puissance électrique réactive sont corrélatifs.

Les théories électrique et mécanique sont parallèles et traduites par des équations parallèles.

Bases des analogies gyro-électriques. — 1. Au *champ* correspond la *rotation*, ou, plus exactement le vecteur-rotation.

C'est ainsi que le moteur gyroscopique considéré plus haut est un moteur à « vecteur-rotation tournant ».

2. A la loi fondamentale de l'induction, correspond le théorème des moments cinétiques.

D'où des analogies de l'induction mutuelle.

1. Avec deux gyroscopes au moins au rotor

* * *

APPENDICE.

Nous donnons ici les deux notes de M. Salomon auxquelles il a été fait allusion ci-dessus, et qui furent présentées à l'académie des sciences, la première le 26 février 1923 par M. Rateau, la seconde le 30 janvier 1928 par M. Mesnager.

I

SUR LES ANALOGIES GYROSCOPIQUES DES MACHINES ÉLECTRIQUES SYNCHRONES ET ASYNCHRONES ET SUR LA TRANSPOSITION EN MÉCANIQUE DE CERTAINS DIAGRAMMES DE L'ÉLECTROTECHNIQUE.

1. Des calculs faciles établissent une grande analogie entre un vieil appareil dont Hirn et Gruey se disputèrent jadis la priorité et le moteur synchrone ou l'alternateur.

Un anneau A (fig. 2), mobile autour de l'axe vertical aa, porte,

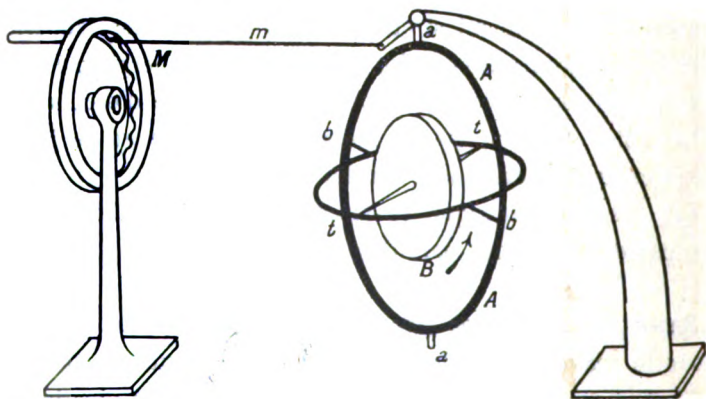


Fig. 2.

suivant un diamètre bb , un anneau B qui tourne autour de bb . L'anneau B porte un gyroscope, dont l'axe tt est perpendiculaire à bb . Un mécanisme simple permet de faire vibrer l'anneau A, ce qui peut provoquer la rotation rapide de l'anneau B. Inversement, la rotation de B provoque ces vibrations.

Le calcul montre que cet appareil transpose mécaniquement le moteur synchrone ou l'alternateur.

Voici quelques résultats, dans le cas, particulièrement simple, où l'ellipsoïde d'inertie du gyroscope est une sphère. On a alors :

$$W = A \theta'' + A \varphi' \dot{\psi}' \sin \theta,$$

$$K = (A + P) \dot{\psi}'' + \frac{d}{dt} (A \dot{\psi}' \cos \theta),$$

$$\dot{\varphi}' = r - \dot{\psi}' \cos \theta,$$

avec les notations d'Euler. Le terme P représente l'inertie des masses extérieures au gyroscope entraînées dans l'oscillation de vitesse $\dot{\psi}'$. Les travaux élémentaires d'origine extérieure sont $K d\psi + W d\theta$.

Si l'on suppose $K = -R\dot{\psi}'$, et si l'on fait l'approximation $\dot{\varphi}' = r$, on obtient l'équation :

$$(A + P) \dot{\psi}'' + R\dot{\psi}' = Ar\theta' \sin \theta,$$

qui correspond terme à terme à une équation bien connue des électriciens, et qui conduit à des formules se déduisant simplement de celles de l'électrotechnique, en remplaçant le flux par le moment cinétique Ar du gyroscope, la force électromotrice maxima par le couple maximum $Ar\omega$ appliqué à l'équipage oscillant, le courant alternatif par la vitesse d'oscillation $\dot{\psi}'$, la self-induction totale du circuit par la somme de moments d'inertie $A + P$.

Si l'on définit, par analogie, le couple efficace C_{eff} (appliqué à l'équipage oscillant) et la vitesse d'oscillation efficace $\dot{\psi}'_{\text{eff}}$, on trouve aisément, pour valeur de la puissance, l'expression :

$$C_{\text{eff}} \dot{\varphi}'_{\text{eff}} \cos \varphi,$$

avec

$$\cos \varphi = \frac{R}{\sqrt{(A + P)^2 \omega^2 + R^2}} \quad \text{pour } \theta' = \omega = \text{constante},$$

la quantité $Z = \frac{1}{\sqrt{(A + P)^2 \omega^2 + R^2}}$ jouant le rôle d'une « impédance mécanique ».

On peut d'ailleurs pousser beaucoup plus loin l'analogie. Par exemple, le terme $\dot{\psi}' \cos \theta$, qui intervient dans l'expression $\dot{\varphi}' = r - \dot{\psi}' \cos \theta$ de la vitesse de rotation propre et qu'on a négligé, joue le rôle d'une véritable réaction d'induit.

Autre exemple : on peut réunir par une bielle un appareil Gruey-Hirn marchant en alternateur (c'est-à-dire produisant des oscillations) et un appareil semblable marchant en moteur synchrone. Toutes les questions de stabilité et de puissance pourront se traiter en transposant les méthodes données en électricité par M. Blondel.

De même encore, on pourra étudier le couplage de deux appareils gyroscopiques marchant en alternateurs, c'est-à-dire produisant des oscillations, par analogie avec les alternateurs électriques.

On peut largement généraliser les phénomènes gyroscopiques donnant l'analogie de l'induction mutuelle, et les couples et vitesses complexes transposant les forces électromotrices et intensités complexes.

2. Nous étudions des transmissions gyroscopiques dérivant plus ou moins directement de l'appareil décrit ci-dessus et présentant tous les caractères essentiels d'un moteur asynchrone. Au courant induit dans le rotor correspond une certaine vitesse d'oscillation. Ces mouvements d'oscillation peuvent être amortis par un frein, qui correspond au rhéostat d'un moteur à bagues, ou encore transmis à un autre « élément gyroscopique asynchrone », ce qui donne des *couplages en cascade* tout à fait analogues à ceux de l'électrotechnique et permettant de réaliser, sans complication mécanique, avec un très petit nombre d'éléments gyroscopiques, un nombre beaucoup plus grand de points de synchronisme, le passage d'un point à l'autre se faisant d'une façon tout à fait progressive.

II

SUR LES ANALOGIES GYROSCOPIQUES DE L'ÉLECTRICITÉ : APPAREILS GYROSCOPIQUES ASYNCHRONES ET APPLICATION A LA THÉORIE DU GYROSCOPE A MOUVEMENT CONTINU OU A MOUVEMENT ALTERNATIF.

1. Dans une note antérieure, nous indiquions des analogies gyroscopiques des machines électriques synchrones et énoncions

l'existence d'analogies du même genre pour les machines asynchrones. La présente note concerne ce dernier cas.

Un cadre AB (fig. 3), représenté rabattu sur le plan de la figure (en traits mixtes), et qui lui est, en réalité, perpendiculaire, peut osciller autour de l'axe a, perpendiculaire au plan de la figure, et porte des paliers pour un axe b, perpendiculaire à a,

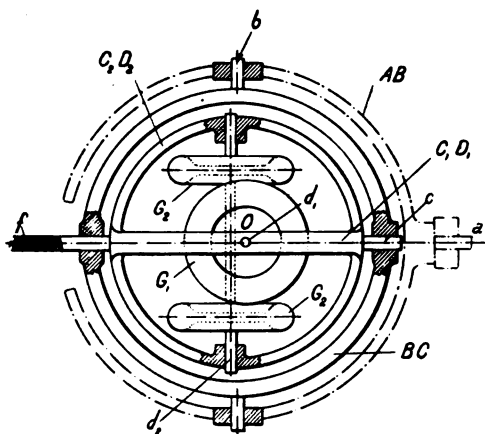


Fig. 3.

et autour duquel peut osciller un cadre BC, portant des paliers pour un axe c, perpendiculaire à b, et dont la position moyenne est perpendiculaire à a. L'axe c est solidaire des cadres C₁D₁ et C₂D₂, portant des gyroscopes G₁ et G₂, d'axes d₁ et d₂, perpendiculaires à c et perpendiculaires entre eux et de même moment d'inertie C.

Ces gyroscopes *ne sont pas entretenus, mais freinés dans leurs paliers* par des couples résistants proportionnels aux vitesses φ'_1 et φ'_2 , de rotation propre — $R\varphi'_1$ et — $R\varphi'_2$, R étant une constante positive.

On communique aux cadres BC et AB les vitesses d'oscillation de faible amplitude

$$\psi' = u'_{\max} \sin \omega t \quad \alpha' = u'_{\max} \cos \omega t$$

autour des axes b et a.

L'appareil démarre de lui-même, et l'axe c prend une vitesse angulaire que nous supposons uniforme (avec $\omega_1 \leq \omega$).

Les vitesses de rotation *alternatives* des gyroscopes sont :

$$\begin{aligned} \varphi'_1 &= -\varphi'_{\max} \cos [(\omega - \omega_1) t - p - l], \\ \varphi'_2 &= -\varphi'_{\max} \sin [(\omega - \omega_1) t - p - l], \end{aligned}$$

p étant une constante, avec

$$\varphi'_{\max} = \frac{Cu'_{\max} (\omega - \omega_1)}{\sqrt{C^2 (\omega - \omega_1)^2 + R^2}}, \quad \text{tg } l = \frac{C (\omega - \omega_1)}{R}.$$

Le couple moteur, nul au synchronisme, est

$$C_m = (Cu'_{\max})^2 (\omega - \omega_1) \frac{\cos^2 l}{R}$$

et serait

$$C_m = \frac{m}{2} (Cu'_{\max})^2 (\omega - \omega_1) \frac{\cos^2 l}{R}$$

le rotor comportait m gyroscopes au lieu de deux.

L'analogie est complète avec l'électrotechnique, suivant la correspondance :

vitesse d'oscillation des cadres AB et BC $\rightarrow$ intensités statoriques ;

nombre de gyroscopes $\rightarrow$ nombre de bobines du rotor ;

vitesses d'oscillations des gyroscopes $\rightarrow$ intensités rotoriques ;

moment cinétique $Cu'_{\max} \rightarrow$ flux maximum à travers une bobine du rotor ;

coefficient $R \rightarrow$ résistance ohmique d'une bobine du rotor ;

décalage $l \rightarrow$ décalage rotorique de self-induction.

L'appareil est un moteur gyroscopique asynchrone polyphasé transformant en mouvement circulaire continu de vitesse variable ω_1 des mouvements d'oscillation polyphasés de pulsation constante ω et d'amplitude variable.

Les cadres AB et BC constituent le stator, et leurs oscillations, diphasées, créent la *rotation d'un vecteur-rotation*, rotation qui correspond à celle d'un champ.

La perte relative de puissance dans le freinage des gyroscopes est égale au glissement.

2. *La génératrice gyroscopique asynchrone d'oscillations.* — Une

vitesse angulaire uniforme ω_1 supérieure à ω est communiquée à l'axe c par le flexible f , et des oscillations de pulsation ω aux cadres AB et BC. Le couple, sur l'axe c , devient résistant, et l'énergie fournie sur cet axe entretient les oscillations des cadres AB et BC à la pulsation ω , qui correspond à celle d'un réseau électrique.

Ainsi un système de gyroscopes freinés peut constituer un générateur asynchrone d'oscillations avec transformations d'énergie ; mais il faut que la pulsation ω (inférieure à ω_1) soit donnée par ailleurs.

3. *Application des analogies électriques à la théorie du gyroscope.* — L'électrotechnique suggère, dès lors, des séries de problèmes gyroscopiques, dont la solution, par elle éclairée, fournit des séries de propriétés systématisées du gyroscope à rotation *continue* ou à rotation *alternative*.

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Nouvel appareil imprimeur Creed (E. BEIER, *E.T.Z.*, 23 février 1928) (analyse par E. Montoriol). — Comme le « télétype » Merkrum et le « télescripteur » Siemens, le nouvel appareil imprimeur Creed est du genre « startstop », c'est-à-dire qu'il n'est en mouvement que pendant le temps strictement nécessaire à l'expédition ou à la réception d'un signal. A cet effet, celui-ci est précédé d'un courant dont le rôle est d'embrayer l'appareil avec son moteur; puis, dès que le signal a été transmis, un nouveau courant détermine le désembrayage, et tout revient au repos jusqu'au prochain signal : il n'y a donc pas de synchronisme permanent, comme dans le hughes, par exemple, et l'écart de vitesse entre les deux appareils correspondants peut atteindre jusqu'à 10 % sans qu'il en résulte d'altération des signaux.

Le code employé est celui à cinq éléments (Baudot ou Murray); le clavier transmetteur est semblable à celui d'une machine à écrire et ne nécessite ainsi qu'un court apprentissage préalable. Comme dans tous les systèmes similaires, chaque touche porte un peigne, dont le profil correspond à la combinaison à transmettre, et qui sélectionne des leviers placés au dessous. Sur les sept leviers ainsi disposés, cinq servent à la formation des combinaisons spéciales à chaque lettre; les deux autres sont abaissés indistinctement par toutes les touches, pour envoyer, dans tous les cas, les courants d'embrayage et d'arrêt.

Le distributeur est constitué par des disques, montés sur un axe commun qu'entraîne le moteur; sur chacun de ces disques, frotte le bec d'un *levier transmetteur*, bloqué par l'un des *leviers sélecteurs* des touches lorsque celles-ci sont au repos. Dès qu'on abaisse une touche, un ou plusieurs leviers sélecteurs, entraînés par le peigne de celle-ci, libèrent les leviers transmetteurs qui leur correspondent. Les disques distributeurs présentent successivement chacun une encoche à leurs leviers transmetteurs; ceux de ces derniers qui ont été libérés y péné-

trent, tandis que ceux qui sont restés bloqués gardent la position de repos. Les leviers libérés font, l'un après l'autre, basculer un cadre, sorte de relais mécanique dont l'index peut se déplacer entre deux butoirs, reliés, l'un à la batterie de repos, l'autre à la batterie de travail : les diverses émissions sont donc expédiées à des moments successifs, tout comme avec un distributeur Baudot ordinaire.

Sur le côté gauche de la machine, se trouve un dispositif permettant d'utiliser les mouvements des leviers sélecteurs pour déterminer la perforation d'une bande, qui est passée dans un transmetteur automatique semblable, en principe, au transmetteur direct. Un commutateur permet de faire usage, à volonté, de l'un ou de l'autre des systèmes de transmission.

A la réception, l'impression a lieu sur bande ou sur feuille : les appareils sont construits de telle sorte qu'on peut aisément substituer l'un à l'autre des deux mécanismes d'impression.

Le combinateur est du type à cinq disques, dont la réunion forme un cylindre, sur les génératrices duquel sont découpés les creux et les reliefs correspondant au code à cinq éléments. Dans la position de repos, chacun des disques est bloqué par un *levier d'arrêt*. L'unique électro-aimant récepteur commande tout d'abord l'embrayage avec le moteur : un marteau se déplace alors par bonds, et vient se placer successivement derrière chacun des leviers d'arrêt. Lorsque le relais reçoit un courant de travail, son index commande un échappement, qui fait basculer le marteau ; celui-ci vient alors frapper sur celui des leviers d'arrêt qui, à ce moment, se trouve devant lui, et le disque combinateur correspondant se déplace d'une demi-division : l'une des génératrices présente alors cinq creux, ce qui permet à l'un des trente et un *leviers sélecteurs* de tomber dans la rainure qui s'offre à lui. La roue des types, arrêtée par ce levier, présente au papier la lettre qui correspond à la combinaison reçue ; l'impression a lieu, puis la progression du papier.

Cet appareil permet l'échange de 8,5 combinaisons par seconde, de sorte que les opérateurs peuvent agir sur les touches du clavier sans avoir à observer de cadence. Pour le cas, très rare, où cette vitesse serait dépassée, un verrouillage des touches ne les libère que lorsque

la combinaison en cours de transmission est complètement terminée : l'impossibilité de les abaisser avvertirait l'opérateur.

Prises de courant aériennes pour tramways (extrait d'un article de M. BACQUEYRISSE intitulé *L'évolution récente dans la construction du matériel roulant et de l'équipement des tramways électriques* et paru au *Bulletin de la Soc. franç. des électriciens*, juin 1927). — Les deux types de prises de courant utilisés dès le début de la traction électrique, l'archet et le trolley, continuent de se partager la faveur des exploitants et conservent leurs défenseurs acharnés, le premier surtout en Suisse et en Allemagne (bien que, dans ce dernier pays, des exploitations importantes, les tramways de Hambourg, en particulier, utilisent le trolley), le deuxième surtout en Amérique et en France.

La raison doit surtout être recherchée dans ce fait, que ni l'un ni l'autre type ne sont parfaits et que la prise de courant reste un point délicat de la traction par tramway.

Archet. — Cet organe permet une certaine simplicité dans l'établissement de la ligne aérienne, notamment par la suppression des organes d'aiguillage ; mais cet avantage est plus apparent que réel si l'on tient compte des soins tout particuliers qu'il convient d'apporter dans la construction et dans l'entretien de la ligne : grands alignements droits, rigidité et horizontalité parfaites de la ligne.

Elle nécessite, en outre, un plus grand nombre de points de suspension que la ligne de trolley désaxée.

Enfin le point capital est l'usure de la ligne et des frotteurs. En effet, aux vitesses relativement faibles adoptées pour les tramways et par suite aux coefficients élevés de frottements de glissement qui en résultent, correspond une usure rapide de ces deux organes. L'antifriction, l'aluminium, le bronze d'aluminium, le laiton écrouf ont été successivement employés pour la construction des frotteurs avec ou sans utilisation de rainures garnies de pâte à la plombagine, mais sans succès. Depuis peu, on utilise en Allemagne des frotteurs en graphite qui semblent, avec une durée supérieure, réduire l'usure de la ligne aérienne.

Quoiqu'il en soit, les T.C.R.P. ont pu procéder, lors du rachat

par le département de la Seine du réseau du chemin de fer du bois de Boulogne, à une expérience intéressante sur les voitures de ce réseau équipées avec archet. Malgré tous les soins qui étaient apportés à l'entretien du matériel à archet, les incidents en exploitation de la ligne aérienne et de prise de courant étaient nombreux : 2,59 aux 10.000 kilomètres. Ils sont tombés à 0,046 lors du montage de la prise de courant par trolley.

Trolley. — La prise de courant par trolley avec base orientable doit avoir le dernier mot dans la lutte avec l'archet.

Bien que nécessitant des appareils spéciaux de ligne aérienne, **aiguillages**, croisements, etc..., elle permet de grandes commodités d'installations de la ligne par les possibilités qu'elle offre de grands désaxements. En particulier, la réalisation des courbes est simple et ne nécessite que quelques points d'attache des fils tendeurs. Enfin la ligne aérienne, pouvant être rejetée sur le côté de la chaussée, est facile à dissimuler, notamment sur les avenues plantées d'arbres.

J'examinerai rapidement les perfectionnements apportés aux différents organes constituant la prise par trolley, c'est-à-dire :

- la base fixée sur la toiture et supportant le tube de perche ;
- le tube de perche ;
- la tête de trolley proprement dite ;
- la roulette.

Bases. — En ce qui concerne les bases, les perfectionnements récents ont porté sur les points suivants :

1° mobilité suffisante autour du pivot, pour permettre à la perche de suivre facilement tous les désaxements de la ligne ;

2° facilités de réglage de la perche en hauteur et en tension ;

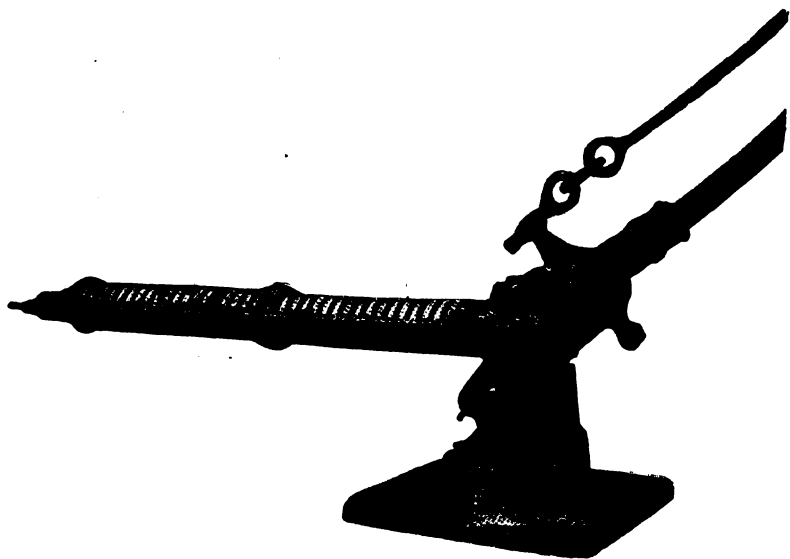
3° déclenchement automatique de la base après dérapement de la perche, provoquant l'abaissement de la roulette au-dessous du niveau du fil ;

4° constance de la pression de la roulette sur le fil pour les variations, habituelles en exploitation, de la hauteur de la ligne aérienne ;

5° réaxement automatique de la perche après dérapement et maintien de la perche dans les limites du gabarit de la motrice.

La figure ci-jointe représente la base (système Delachaux) dont sont dotées les motrices légères des T.C.R.F. et qui comporte tous les perfectionnements ci-dessus.

Tubes de perche. — En ce qui concerne les perches de trolley, dont la légèreté est une condition impérative pour diminuer l'importance des coups de fouet dans les dérapages, l'emploi de métaux légers a fait l'objet de nombreuses recherches. Les ingénieurs des tramways



attendent beaucoup, à ce sujet, de la métallurgie des métaux légers.

Têtes de trolley. — En ce qui concerne les têtes de trolley, les progrès réalisés ont également eu trait à l'emploi d'alliages d'aluminium et de magnésium notamment et, d'autre part, à la recherche, pour ces organes, de formes fuyantes indispensables pour éviter, dans les deux sens de marche, l'accrochage des appareils de ligne aérienne.

Les organes de collection de courant proprement dits sont actuellement de deux sortes : la roulette, seule employée en France, et le frotteur qui trouve encore un certain nombre de partisans en Angleterre et en Amérique.

Roulettes. — Les recherches nombreuses de ces dernières années ont porté d'une part sur l'allègement par l'emploi de métaux légers duralumin, almag, etc..., d'autre part sur la réduction de l'usure par l'emploi de laitons estampés. Ces essais n'ont apporté, d'une manière

générale, aucun perfectionnement, et il semble bien que, pour la collection du courant, le bronze reste le meilleur métal pour la roulette, et le cuivre pour le fil de ligne aérienne. La durée d'une telle roulette, dans les meilleures conditions de forme de la gorge, est d'environ 8.500 kilomètres.

Frotteurs. — J'ai signalé qu'en Angleterre et surtout en Amérique l'emploi de frotteurs avait encore de nombreux partisans.

Des essais, entrepris à la S.T.C.R.P. avec frotteurs américains en acier poli spécial de la Miller Trolley Shoe Co, ont permis de conclure à l'infériorité sur notre réseau (qui présente, il est vrai, de grands désaxements) des frotteurs par rapport aux roulettes. Le principal inconvénient était le faible kilométrage avant usure, 400 à 500 kilomètres), résultant, d'une part d'une perte rapide du poli de l'acier, et d'autre part d'un important dépôt de cuivre dénotant une usure rapide de la ligne aérienne.

Si l'on examine attentivement les résultats publiés dans les périodiques américains, on constate que l'intérêt des frotteurs est bien controversé dans ce pays. Il semble donc (et la tendance actuelle américaine du retour à la roulette est de nature à le confirmer) que, malgré les imperfections de ce dernier organe, il reste plus intéressant que le frotteur.

Le chromage (*Action industrielle et commerciale*, 16 février 1928). — Dans les premiers aciers au chrome, on cherchait tout d'abord la dureté. Le type de leurs applications était la fabrication des obus de rupture et des plaques de blindage. La fragilité de cet alliage a été ensuite atténuée grâce au nickel et les aciers nickel-chrome sont passés dans la pratique courante. Elaborés d'abord au four à creuset, ils n'ont pas tardé à l'être en grande masse au moyen des fours électriques.

Mais, ajouté en plus forte proportion dans l'alliage (au moins 10 %), le chrome rend l'acier inoxydable à chaud et à froid, et même inattaquable à l'acide nitrique. Cette propriété commençait à être exploitée avant 1914. Elle l'est de plus en plus. Ainsi l'acier doux est employé pour les emboutis, par exemple : les casseroles. L'acier à 3 ou 4 % de carbone sert à fabriquer des couteaux de table, des instru-

ments de chirurgie inoxydables, des pièces de pompe, des couteaux et coussinets de bascule, des poignées de porte, des ailettes de turbine, etc...

Les aciers à 10 % de chrome et 2 à 3 % de silicium conservent leur dureté à chaud sans acquérir de fragilité. On en fabrique notamment des soupapes de moteur. Enfin les aciers à 16 % de chrome, 7 à 8 % de nickel et quelques millièmes de cuivre résistent à l'eau salée, aux alcalis et aux acides dilués, sauf l'acide chlorhydrique. Ils sont employés pour les pièces qui doivent résister à l'oxydation à chaud et pour les dentiers.

Ces deux propriétés fondamentales : dureté, inoxydabilité, devaient conduire à essayer la protection des métaux par un mince dépôt de chrome. La mise au point du procédé a demandé beaucoup de temps et d'étude avant de réaliser une couche protectrice uniforme, brillante, adhérente, et dont le brillant et l'adhérence ne disparaissent pas à la longue.

Les deux causes principales de ce dépérissement étaient d'une part l'occlusion d'hydrogène pendant la formation du dépôt et la cristallisation spontanée de la couche déposée.

Actuellement, on opère par électrolyse. L'électrolyte est, soit acide (acides chromique et sulfurique) soit neutre (acide chromique et sulfate de chrome) soit basique (acide chromique, sulfate de chrome et carbonate de chrome). Nous ne nous appesantirons pas sur le réglage convenable suivant le bain employé : température, densité de courant, etc... Il y a là des conditions minutieuses et précises dont la technique fixe les limites, mais qui relèvent encore beaucoup du tour de main. Par exemple, pour chaque température du bain il existe une densité de courant particulièrement favorable. C'est la moyenne entre la densité de courant qui donne un dépôt terne et celle qui donne un dépôt granuleux. Les pièces en acier et de formes compliquées doivent être cuivrées avant chromage, etc...

Le traitement avant chromage comporte simplement un polissage. Après chromage, il est prudent de déshydrogéner le dépôt. Différents procédés sont préconisés ; le plus simple est un chauffage modéré dans un courant d'air. Quant au polissage définitif, il est beaucoup plus simple et moins coûteux que celui qui termine le nickelage.

Les dépôts de chrome bien effectués sont brillants et ne se ternissent pas. Quand ils sont sales, un simple nettoyage au chiffon humide suffit pour leur rendre l'éclat primitif. Il en résulte des effets décoratifs durables : robinetterie en laiton, boîtiers de montres à bracelet, etc... Quand la pièce à décorer est soumise à des déformations et des chocs, il faut renforcer l'adhérence du dépôt de chrome. On le fait précéder par un dépôt de cuivre, de nickel ou même des deux. Comme emploi se rattachant à la décoration, citons aussi les miroirs (pour phares d'autos et pour dentistes) dont le pouvoir réfléchissant, moindre que celui des miroirs argentés, se conserve beaucoup mieux.

La dureté des dépôts de chrome est utilisée pour protéger les pièces frottantes contre l'usure. Il y a là une application qui présente les avantages de la cémentation, mais qui, effectuée à froid, ne risque pas de déformer les pièces qui y sont soumises : paliers, cames, calibres vérificateurs, cylindres et rouleaux finisseurs, clichés de gravure, etc...

Enfin la protection contre la corrosion est d'un usage très étendu : protection des tuyauteries et de l'appareillage en acier contre l'acide nitrique, contre les sulfites, les bisulfites, les sulfures, les lessives alcalines, etc...

Un important matériel chimique ou d'industries utilisant des produits chimiques voit donc sa durée prolongée par le chromage.

INFORMATIONS.

Radiotélégrammes à destination des navires en mer. — L'administration française des Postes et Télégraphes vient d'apporter des perfectionnements techniques à sa station radiotélégraphique du Havre. Cette station a été dotée d'une installation à ondes entretenues qui a augmenté considérablement son rayon d'action, en lui permettant d'atteindre désormais les navires en mer à des distances de 2.500 kilomètres le jour et de 5.000 kilomètres la nuit.

Le téléphone à Copenhague en 1927. — Au moment où le service automatique va être installé à Paris, il est intéressant de connaître les projets faits à ce sujet dans les pays étrangers. Une brochure (1), publiée par la Copenhague Telephone Co, nous renseigne sur le programme élaboré par ladite société pour transformer le réseau téléphonique du Danemark.

La Copenhague Telephone Co, qui dessert environ 100.000 abonnés sur les 750.000 habitants que compte Copenhague, a décidé récemment de poursuivre la réalisation du « Copenhague System », dont le succès s'est avéré, et dont la caractéristique principale consiste à diviser la ville en districts téléphoniques comprenant un seul bureau principal commun à tous les gros abonnés répartis dans l'ensemble de la ville.

Depuis l'introduction des systèmes automatiques, on s'est livré à des études théoriques et expérimentales pour rechercher le meilleur de ces systèmes susceptible d'être appliqué à Copenhague. Il en est résulté le programme suivant :

Le bureau principal conserve un système manuel et sera remanié

1. Traduite du danois, par M. Vault, agrégé de mathématiques, docteur ès sciences, ingénieur en chef des P.T.T..

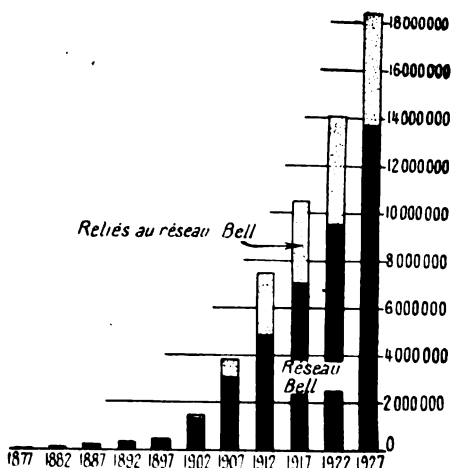
graduellement en vue d'être transformé suivant le système de distribution automatique des appels au moyen de commutateurs à 100 contacts et en groupes de 3 à 4 mille abonnés. Dès la production de l'appel, un abonné sera trouvé immédiatement et connecté automatiquement à une position libre d'opératrice, au moyen d'un sélecteur. Le signal d'appel du bureau est alors donné automatiquement par un télégraphone qui est entendu simultanément par l'abonné et l'opératrice. L'abonné indique le numéro demandé, l'opératrice collationne et enfonce simplement les fiches sans aucune manœuvre de clés ; et aussitôt, automatiquement, se produisent l'appel par sonnerie et l'enregistrement au compteur. En raccrochant l'appareil, l'abonné coupe instantanément la communication et a la faculté de procéder à un nouvel appel. En fait, cette méthode, par laquelle on dessert déjà 6000 lignes, assure un service très rapide et donne la plus grande satisfaction aux abonnés se servant très souvent du téléphone. L'opératrice pourra en outre donner tous les renseignements nécessaires concernant les numéros demandés, par exemple « ligne en dérangement », « l'abonné appelé ne répond pas », etc..., et, dans le cas d'un « numéro occupé », elle pourra, si on le désire, donner immédiatement un autre numéro ou renvoyer l'appel sur une position dite d'annotatrice, d'où se fera plus tard la connexion dès que la ligne attendue sera devenue libre. En un mot, l'abonné sera desservi de la manière la plus simple et la plus agréable.

Les bureaux de district seront transformés en un système automatique dans lequel les postes d'abonnés seront équipés avec un appareil comprenant un cadran à numéros pour l'appel du bureau demandé. Pour la liaison avec le bureau principal, l'abonné tourne le cadran pour former simplement le nombre 1 ; pour les liaisons avec les autres bureaux, il forme les deux premières lettres du nom du bureau. Tout appel destiné au réseau sera donc distribué automatiquement sur des tableaux B manuels multiplés et dans des conditions analogues aux conditions mentionnées pour le bureau principal. En ce qui concerne Copenhague, ce système est préférable à l'automatique intégral ; mais il comprend tout ce qui est nécessaire en prévision d'une transformation progressive en automatique intégral, dans le cas où plus tard une telle transformation paraîtrait désirable.

*

Progrès des communications téléphoniques aux Etats-Unis en 1927. — Il a été installé, au cours de l'année 1927, 791.000 postes nouveaux, ce qui porte à 18.365.000 le nombre total des postes téléphoniques du réseau Bell à la fin de l'année 1927. Ce nombre comprend 4.600.000 postes appartenant à 8900 compagnies indépendantes reliées, directement ou non, à l'American telephon and telegraph company et aux vingt-quatre compagnies associées.

En même temps qu'on augmentait le nombre de postes en service,



on accroissait la portée des communications téléphoniques, et il est possible à présent de téléphoner entre un point quelconque des États-Unis et un autre point quelconque du Canada, de Cuba et de la Grande-Bretagne, ainsi qu'avec un grand nombre de villes importantes du Mexique et de l'Europe continentale.

En vue de l'accroissement du trafic, des améliorations apportées au service et des perfectionnements et transformations d'installations, il a été consacré 377 millions de dollars à des constructions nouvelles.

Il a été procédé, le 1^{er} décembre 1927, à une nouvelle réduction des taxes relatives aux communications à grande distance, qui se traduit pour le public par une économie annuelle de 1.500.000 dollars environ.

Le temps moyen nécessité par l'établissement d'une communication interurbaine, qui était de 2 minutes en 1926, a été réduit à

1 minute 1/2 en 1927. 90 % des appels interurbains sont traités en un temps si court que l'abonné demandeur est mis en relation avec son correspondant sans qu'il ait besoin de raccrocher son appareil. Cette proportion n'était, l'an passé, que de 80 %. La qualité de la transmission sur les longs circuits a été grandement améliorée.

Le temps moyen s'écoulant entre une demande d'installation de poste et la satisfaction de cette demande a encore été réduit d'une demi-journée. Ce fait constitue une sérieuse amélioration, si l'on considère qu'il a été procédé en 1927 à 4 millions d'installations, ce nombre comprenant les postes installés sur de nouveaux emplacements à la suite de changements de résidence des abonnés.

Les améliorations apportées à la construction et à l'entretien des réseaux urbains ont eu pour résultat une nouvelle réduction de 12 % du nombre de dérangements affectant ce service. Une ligne d'abonné ou les organes qui la desservent ne se trouvent actuellement en état de dérangement qu'une fois seulement, en moyenne, pour une période de dix-sept mois.

On a mis en service, au cours de l'année, un nouveau type d'appareil qui comprend, montés sur une même poignée, le récepteur et le microphone. Bien que ces appareils ne soient pas supérieurs aux appareils courants au point de vue de la qualité de la transmission et de la reproduction de la voix, ils sont d'un prix de revient plus élevé et on les fournit, moyennant un supplément de taxe, aux abonnés qui en font la demande parce qu'ils trouvent ces combinés plus commodes.

Il a été fait un plus grand usage des systèmes à courants porteurs, dont l'application permet d'échanger simultanément un certain nombre de conversations téléphoniques en ne se servant que d'un seul circuit à deux fils. Pendant l'année 1927, le réseau Bell s'est augmenté de 65.000 miles de circuits utilisant les courants porteurs, y compris des types nouveaux et perfectionnés. On forme le projet de mettre en service, pendant l'année courante, plus de 100.000 miles supplémentaires de circuits à courants porteurs. (*Extraits du rapport annuel de l'American Telephone and Telegraph Co.*)

BIBLIOGRAPHIE.

L'Enseignement scientifique, organe général de l'enseignement des sciences (lycées et collèges, écoles normales primaires, écoles primaires supérieures, écoles techniques) paraissant dix fois par année scolaire. Paris, Librairie de l'enseignement technique.
— Prix de l'abonnement annuel : France, 20^f ; étranger : 25^f.

Nous détachons les lignes suivantes du programme placé en tête du premier numéro du nouveau périodique :

» La Science est devenue un des facteurs essentiels de la civilisation ; son influence est prépondérante dans l'élaboration des principes de la philosophie naturelle ; ses applications ont bouleversé, maintes fois, les conditions de la vie des hommes et, par leur action continue, elles modifient ces conditions chaque jour encore. Et pourtant l'entente n'est faite ni sur l'importance que doit avoir l'enseignement scientifique dans notre éducation nationale, ni sur le rôle qu'il doit jouer dans la formation des esprits. L'étendue à lui donner, les méthodes à suivre, les fins à réaliser continuent à faire l'objet de nombreuses controverses.

» Notamment dans les lycées et collèges où les sciences n'ont été ajoutées que lentement et par à-coups aux disciplines traditionnelles, les programmes révèlent l'absence de plan définitif et montrent bien les tendances contradictoires de leurs auteurs successifs.

» D'autre part, on s'accorde très généralement à reconnaître l'importance du rôle que jouent dans notre pays les divers enseignements du second degré, et cette opinion favorable à nos écoles secondaires est peut-être plus répandue à l'étranger qu'en France même. Or l'adaptation de ces enseignements aux besoins variés qu'ils doivent satisfaire nécessite des programmes bien équilibrés ; elle exige donc en particulier une bonne organisation des études

« scientifiques sans lesquelles il n'est pas actuellement de culture
 « complète et réellement efficace. Quel que soit le point de vue auquel
 « on se place, que l'on se préoccupe de questions d'ordre intellectuel
 « ou de questions d'ordre économique, il apparaît comme évident
 « que *l'avenir de notre pays est étroitement lié à la prospérité de ces études* ;
 « aussi ne peut-on se défendre d'une certaine inquiétude en consta-
 « tant que des réformes récentes ne paraissent pas laisser à la culture
 « scientifique la place à peine suffisante qui lui avait été accordée jus-
 « qu'ici. Il semble que, en dehors des milieux de spécialistes, on ne
 « soit pas toujours au courant des nécessités d'une pareille culture, et
 « qu'on méconnaisse son importance pour la formation de l'esprit...

« La Revue se propose de servir les intérêts de l'enseignement
 « des Sciences en travaillant à son développement, en réclamant pour
 « lui la place que mérite son importance pour la formation des esprits
 « et la préparation à la vie productrice ».

. On ne peut que s'associer à ce programme, présenté avec autant
 de mesure que de fermeté. La phrase que nous nous sommes permis
 de souligner place notamment la question sur un terrain trop souvent
 négligé. Les discussions qu'on lit ou que l'on entend se placent
 presque toujours au point de vue de l'individu ; il semble que la ques-
 tion soit : « Préférez-vous pour votre fils un enseignement littéraire
 ou un enseignement scientifique ? ». Mais, pour quiconque a vu, en
 Allemagne ou aux Etats-Unis, quelle puissance la science met dès
 aujourd'hui au service d'une communauté qui s'appuie franchement
 sur elle, la question ne se pose pas ainsi. L'adversaire économique
 est à nos portes ; l'étudiant a bien le choix entre l'école centrale et
 la faculté des lettres ; le pays, non. — Nous souhaitons longue vie
 et large diffusion à *l'Enseignement scientifique*. P. L. C.

Le poste de l'amateur de T.S.F., par HÉMARDINQUER,
 10^e édition, revue et complétée. Paris, E. Chiron, s.d.. 1 vol. in-8°
 de 328 pages, avec 310 figures. — Prix : 20 francs.

Cet ouvrage s'adresse à tout amateur de T.S.F., en possession
 d'une instruction relativement élémentaire, qui veut s'initier d'une
 manière intelligente à tous les phénomènes radio-électriques ; il

s'adresse également aux techniciens non spécialisés qui désirent être initiés aux principes et tenus au courant des progrès de la radiotechnique. Le fonctionnement et la construction de chacun des organes qui constituent un poste de réception sont étudiés en détails, mais sans formules mathématiques, d'une façon pratique. Les explications simples, indispensables pour la compréhension des phénomènes qui déterminent le fonctionnement des appareils ont été introduites dans cette édition. Tous les systèmes de réception, depuis les plus simples et les plus récents jusqu'aux plus perfectionnés, les dispositifs spéciaux d'amplification et d'alimentation sont décrits dans ce livre. Des notions sur la réception et l'émission des ondes courtes et très courtes et sur les premiers résultats obtenus par la télémechanique sans fil font de cet ouvrage un manuel pratique complet.

Cours pratique d'électricité industrielle, à l'usage des écoles pratiques de commerce et d'industrie, des écoles professionnelles, des écoles primaires supérieures, par Léon Bouthillon, ingénieur en chef des postes et des télégraphes, et M. Goudonnet, directeur de l'École pratique de radioélectricité. Paris, Gauthier-Villars, 1927.

Ce cours, en trois volumes, appartient à la nouvelle collection de l'École pratique de radioélectricité, publiée par le conseil de surveillance de l'établissement. Le premier volume est consacré à l'exposé des lois fondamentales de l'électricité, le second aux machines et appareils électriques. Un troisième volume, en préparation, sera consacré aux applications de l'électricité.

Les matières sont présentées très simplement et très clairement, et cependant d'une manière aussi complète que le permet le caractère élémentaire de l'ouvrage. Une place large a été faite aux applications actuelles de l'électricité.

L.-J. C.

Verges et plaques, cloches et carillons, par H. BOUASSE.
Paris, Delagrave, 1927. 1 vol. in-8° de 455 pages, avec 214 figures.

Nouveau volume de la « Bibliothèque scientifique de l'ingénieur et du physicien ».

Cet ouvrage traite d'abord des divers modes de vibration des

verges, avec applications à la théorie du diapason et description des instruments de musique basés sur la vibration de verges, qui sont plus nombreux et plus variés qu'on ne serait tenté de le croire. La plupart, d'ailleurs, sont des instruments de pure curiosité, ou bien n'ont que le mérite d'un encombrement minime par rapport à d'autres instruments de qualité supérieure (harmonium par rapport à l'orgue, ou dulcitone par rapport au piano, par exemple).

Les chapitres suivants sont consacrés à l'étude des déformations et des vibrations des plaques, des cylindres et des cloches.

L'ouvrage se termine par un chapitre sur la construction pratique des cloches et par des appendices très intéressants sur divers appareils : stroborama, théorie du violon, entretien de vibreurs au moyen de lampes à néon et de triodes, barre séparable de Hopkinson pour l'étude des chocs et des ondes très brèves de pression. J.-H. G.

Cours de chimie, par Marcel BOLL, professeur agrégé à l'université, docteur ès sciences. Préface de G. Darzens, professeur à l'École polytechnique. *I. Lois générales ; métalloïdes*, 3^e édition, refondue, mise à jour et réajustée aux nouveaux programmes d'admission aux grandes écoles. Paris, Dunod, 1927. 1 vol. in-8° de xiv + 572 pages, avec 100 figures. — Prix : 47 francs.

« Nous traversons actuellement en France une période où l'évolution scientifique de la chimie est très en avance sur son enseignement. En effet, les théories générales, les liens intimes qui réunissent la chimie à la physique et lui font faire des progrès si décisifs, sont négligés dans bien des manuels, qui s'appesantissent sur la description des propriétés individuelles des corps, vite oubliées, parce qu'elles surchargent la mémoire sans intéresser l'intelligence et ne sont apprises que dans le but de satisfaire aux exigences d'un examen.

« Ce fait est d'autant plus regrettable que les débuts de la chimie furent tout autres dans notre pays ; il suffit de se rappeler son génial fondateur, Lavoisier, plus physicien que chimiste, et de citer les noms illustres de Berthollet, Ampère, Gay-Lussac, Laurent, Gerhardt, Würtz, Sainte-Claire-Deville, Berthelot, Raoult, le Châ-

« telier, Duhem..., qui tous ont contribué à jeter les bases de la chimie
« physique et à développer les théories chimiques...

« M. Marcel Boll a écrit un livre d'enseignement clair et concis
« qui répond aux exigences actuelles et se délivre des conventions
« coutumières à ces sortes d'ouvrages. J'ai trouvé, au cours de sa
« lecture, les idées les plus neuves, l'exposition des lois les plus impor-
« tantes et des théories les plus récentes. » (Extrait de la préface de
M. Georges Darzens).

Le gérant :

HENRI DÉVÉ.

ÉVREUX. -- IMPRIMERIE HENRI DÉVÉ.

LES BASES ET LES CONSÉQUENCES DE LA THÉORIE DE LA RELATIVITÉ, (1)

par Charles NORDMANN,
astronome à l'Observatoire de Paris.

Messieurs,

Si l'on réunissait en un grand tas tous les livres qui ont paru sur la théorie d'Einstein, la salle où nous sommes, malgré ses vastes dimensions, ne suffirait certainement pas à les contenir. Je voudrais examiner aujourd'hui avec vous d'où provient l'intérêt énorme que prouve ce grand amas de papier imprimé, auquel d'ailleurs (et je m'en excuse) j'ai eu la faiblesse de contribuer quelque peu. Cet intérêt n'est pas uniquement un intérêt de snobisme et de mode : c'est un intérêt très profond, très réel, qui ne peut que continuer et s'accroître indéfiniment chez les gens qui pensent.

Ce qu'Einstein a fait, pour résumer d'un mot ce que je vais essayer de démontrer, est ceci : il a complètement modifié, transformé, les idées que nous nous faisons sur le temps et sur l'espace. Or le temps et l'espace sont probablement les deux choses les plus importantes pour nous lorsque nous considérons le monde extérieur. Quand il s'agit d'un événement quelconque, d'un fait quelconque, quelles sont les questions qu'on pose tout d'abord ? Ce sont celles-ci : Où et quand ? En quel point de l'espace, en quel point du temps la chose s'est-elle passée ? Quand nous écrivons une lettre, nous mettons d'abord : « Paris, le... » : nous précisons à la fois le lieu et le temps. Dans la vie courante, la vie de tous les jours, nous voyons immédiatement que le temps et l'espace sont les cadres fondamentaux dans lesquels nous plaçons tous les événements et tous les objets.

1. Conférence faite à l'Ecole professionnelle supérieure des postes et télégraphes le 8 décembre 1927.

Mais ce qui est vrai de la vie courante l'est peut-être plus encore de la science. Descartes avait fait le projet (un peu ambitieux et qu'il n'a pu réaliser) de montrer que toutes les sciences se ramènent à la mécanique. Il n'est pas tout à fait prouvé encore qu'il ait eu tort, et l'on tend de plus en plus encore aujourd'hui à ramener toutes les sciences à l'étude du mouvement des objets, de certains objets. Et la mécanique, qui est la plus simple et la plus générale de toutes les sciences, a également comme cadres fondamentaux, tout comme la vie courante de chacun de nous, le temps et l'espace.

Si, de la mécanique, nous nous élevons à des sciences plus compliquées : astronomie, physique, chimie, médecine, psychologie, et (si nous osons leur donner le nom de « science » qu'elle ne méritent pas tout à fait) à l'économie politique et à la sociologie, nous voyons que l'ensemble de toutes ces sciences est une sorte d'arbre dont les rameaux diminuent de grandeur au fur et à mesure qu'elles se multiplient en nombre. Tous ces rameaux ont pour tronc commun la mécanique, de sorte que toute révolution qui change la mécanique modifie du même coup l'ensemble de toutes les sciences.

Or je viens de vous dire que la mécanique s'occupe avant tout de choses qui concernent, qui rentrent dans le temps et dans l'espace, et c'est pour cette raison, parce qu'Einstein a complètement modifié nos idées, nos vues et nos calculs concernant le temps et l'espace, que sa théorie, sa doctrine, est si importante. En un mot, il s'est attaqué à des notions mères, des notions, des bases fondamentales pour l'esprit humain. De là l'énorme importance de sa théorie.

Je vais essayer de vous expliquer aujourd'hui, sans mathématiques, rien qu'avec des mots (bien que ce ne soit pas très facile, je considère que ce n'est nullement impossible), les fondements de la théorie d'Einstein et les premiers résultats auxquels il est arrivé. Cependant, auparavant, une remarque préliminaire s'impose.

On croit couramment que la théorie d'Einstein est une théorie mathématique ; c'est une profonde erreur, contre laquelle Einstein lui-même ne cesse de s'élever. Einstein a beaucoup employé les

mathématiques dans sa théorie ; mais il n'a fait aucune invention mathématique : il s'est servi de ce qu'on savait en mathématiques, de ce que d'autres avaient fait avant lui ; il s'en est servi pour la facilité de la construction de sa théorie, mais uniquement comme un instrument, comme un moyen. Sa théorie a la prétention d'être basée sur des faits et de prédire d'autres faits ; mais, pour aller de ses prémisses à ses conclusions, le langage mathématique lui a semblé plus commode que le langage ordinaire. Lorsque j'écris :

$$f = \frac{mm'}{r^2},$$

c'est la loi de la gravitation, et je pourrais aussi bien dire : « La force qui s'exerce entre deux corps est proportionnelle à leurs masses et inversement proportionnelle au carré de leur distance ». Je vous aurais dit exactement ce que j'ai écrit avec la formule, avec la différence que ma phrase est longue et compliquée tandis que la formule est courte.

Dans la théorie d'Einstein, les mathématiques ne jouent pas un rôle différent de celui-là : elles sont un instrument de raisonnement, mais elles ne servent nullement à créer des vérités ; ce sont des faits, comme nous allons le voir, et uniquement des faits, qui ont conduit Einstein à ses découvertes.

Lui-même a coutume de dire qu'on peut parfaitement avoir suivi l'entier développement mathématique de la théorie de la relativité, sans avoir rien compris à la théorie elle-même. Ce n'est pas une théorie mathématique, c'est une théorie physique des phénomènes, basée sur les faits ; et c'est pourquoi j'ai l'ambition aujourd'hui de vous exposer quelques parties de cette théorie, sans formules.

Lorsque deux événements se passent (si vous voulez, deux tremblements de terre) instantanément, il s'écoule entre ces deux secousses un certain temps. Or, avant Einstein, il ne serait venu à l'idée de personne que le temps s'écoulant entre ces deux secousses de tremblement de terre pût être différent selon que l'observateur qui mesurait ce temps, cet intervalle de temps, était placé sur la Terre ou sur Sirius. C'est une question que l'on aurait considérée

comme absurde. On aurait dit : le temps est toujours le même avec le même chronomètre, que l'on se trouve sur Sirius ou sur la Terre.

Il ne serait également venu à l'idée de personne que la distance du Soleil à la Terre, mesurée par triangulation avec des appareils donnés, pût être différente selon que l'observateur qui mesurait (qui triangulait, si j'ose ainsi dire) cette distance, se trouvait sur la Terre ou sur Sirius, ou suivant même que cet observateur se trouvait immobile sur la terre ou en mouvement.

Einstein a précisément démontré (et de là découle l'importance de tout ce qu'il a fait) que l'intervalle de temps entre deux événements bien déterminés n'est pas le même suivant les observateurs. Il a démontré nettement (et vous verrez comment tout à l'heure) que la distance entre deux objets n'est pas la même suivant les observateurs. Autrement dit, il a démontré ce qu'on appelle « la relativité du temps et de l'espace ».

On se doutait bien un peu, avant lui, de ces choses-là, mais on ne les avait pas démontrées. On s'en doutait même depuis fort longtemps, il y a environ 2000 ans, comme je vais vous le prouver par une citation. Toute la science classique enseignée dans les lycées ou dans les facultés, celle qu'on continue encore à enseigner, est basée sur l'idée que les intervalles de temps ou d'espace sont quelque chose de non-relatif ; elle ne fait pas mention des découvertes d'Einstein dans ce champ. Jusqu'à lui, on en est resté à ce qu'Aristote disait il y a plus de 2000 ans ; parlant du temps, Aristote disait : « Pour des mouvements qui s'accomplissent simultanément, il y a un seul et même temps, que ces mouvements soient ou non également rapides. Les mouvements peuvent être autres et se produire indépendamment l'un de l'autre ; de part et d'autre, le temps est absolument le même ». Il est vrai que, presque à la même époque, un des plus grands hommes qui aient jamais existé, Epicure, dont les idées sur la matière se trouvent extrêmement voisines des idées d'Einstein, Epicure était d'un avis contraire. Malheureusement, nous connaissons ses idées surtout par le grand poète latin Lucrèce, qui, dans son poème *De natura rerum*, dit, citant l'opinion d'Epicure sur le temps : « Le temps n'existe

pas par lui-même, mais seulement par les objets sensibles, dont seuls résulte la notion de passé, de présent et d'avenir. On ne peut concevoir le temps en soi et indépendamment du mouvement ou du repos des choses ». De sorte que le grand Epicure, ce précurseur prodigieux d'un très grand nombre de nos idées scientifiques, a également prévu la relativité du temps. Mais il n'a pas eu d'influence, et l'on en était resté, jusqu'à ces dernières années, à l'idée d'Aristote. Le grand Newton lui-même, ce grand génie, s'est trompé sur ce point. Il a écrit ceci : « Le temps absolu, vrai et mathématique, pris en soi et sans relation à aucun objet extérieur, coule uniformément par sa propre nature. L'espace absolu, d'autre part, indépendamment par sa propre nature de toute relation à des objets extérieurs, demeure toujours immuable et immobile ». Donc, pour la science newtonienne, le temps est quelque chose qui existe en soi, l'espace est une chose qui existe en soi, et ils n'ont par conséquent rien de relatif.

D'autres savants, postérieurs à Newton, ont bien vu qu'il y avait là quelque chose d'hypothétique. Le temps en soi est quelque chose que personne n'a jamais touché, mesuré avec un chronomètre ; l'espace en soi, nous l'ignorons aussi, nous ne touchons que des objets, et Henri Poincaré, qui est un des grands précurseurs d'Einstein, avait bien senti ce que l'idée d'Aristote et de Newton avait de faible ; il disait : « Il est impossible de se représenter l'espace vide », et de là provient la relativité certaine de l'espace. Il ajoutait même très durement : « Quiconque parle de l'espace absolu emploie un mot vide de sens ». Ce n'était pas très aimable pour Newton, mais il le disait tout de même. Il a donné de cette relativité de l'espace une démonstration saisissante ; et, à son imitation, je vais vous en donner une.

Quand je dis (et je dis quelque chose de vrai si Dieu me prête vie) : « Je reviendrai ici, dans cet amphithéâtre, vendredi prochain », qu'est-ce que je dis ? et qu'est-ce que veut dire « ici », pour quelqu'un qui croit en l'espace absolu ? Cela veut dire que je reviendrai au même point de cet espace absolu. Mais penser cela, c'est penser quelque chose d'absurde, car, d'ici vendredi prochain, la Terre aura franchi une distance d'environ 14 millions de kilomètres autour

du Soleil. Cet « ici » sera donc très différent. Mais le Soleil lui-même est entraîné vers une certaine constellation avec une vitesse de centaines de mille de kilomètres par jour. Le Soleil n'est pas immobile par rapport à la voie lactée, et la voie lactée elle-même, nous ne savons pas si elle n'est pas en mouvement par rapport à quelque chose d'autre, de sorte que plus on recule, plus on voit que nous n'avons pas de repère fixe, absolu, auquel nous puissions nous rapporter, et l'espace absolu de Newton et d'Aristote s'évanouit forcément. Donc, lorsque je dis que je reviendrai « ici » vendredi prochain, cela ne peut signifier qu'une chose, c'est que j'aurai devant moi la même lanterne de projections, et peut-être quelques-uns des mêmes visages ; cela ne peut signifier autre chose.

On peut encore, à l'exemple de Poincaré, démontrer d'une autre manière la relativité certaine de l'espace. Si, une belle nuit, un génie tout puissant et malicieux s'avisait brusquement de rendre tous les objets mille fois plus petits (au lieu d'avoir 1600 millimètres de hauteur, nous n'aurions que 1^{mm},6) nous n'aurions, au réveil, aucun moyen de nous apercevoir de ce bouleversement prodigieux, parce que nous ne pouvons connaître les longueurs que par comparaison, et que les mètres dont nous nous servirions auraient, eux aussi, diminué dans la même proportion. Si, au contraire, ce génie rendait tous les objets mille fois plus grands, nous n'aurions pas plus de moyen de nous en apercevoir. Ce simple raisonnement suffit à démontrer la relativité évidente de l'espace.

D'ailleurs, la science classique newtonienne a bien senti, à certains points de vue, cette relativité. Dans la mécanique classique, que certains d'entre vous ont peut-être étudié, il y a un certain principe de relativité qui dit qu'on ne peut distinguer par aucun moyen, l'un de l'autre, le mouvement de deux constellations. Si nous avons deux véhicules se déplaçant avec une vitesse uniforme, on ne pourrait savoir lequel est en mouvement par rapport à l'autre. Si le véhicule dont je vous parle est un chemin de fer, nous saurons qu'il est en mouvement par rapport au sol parce qu'il y a des trépidations. Mais prenons deux ballons libres qui se meuvent dans deux couches d'air voisines et différentes ; eh bien ! au dessus d'une couche de nuages uniformes, de façon à n'avoir aucun point

de repère terrestre, il n'y a aucun moyen, pour les observateurs d'un de ces ballons, de savoir s'ils bougent ou s'ils sont immobiles ; et, lorsqu'ils voient passer l'autre ballon dans une couche d'air différente, ils n'ont aucun moyen de savoir si c'est l'un ou l'autre des observateurs qui bouge. On dira qu'il n'y a qu'à laisser tomber un objet. Si l'un des aéronautes laisse tomber un gros morceau de plomb, il le verra suivre une ligne droite, et il pensera être immobile ; mais l'autre observateur verra l'objet décrire une parabole. Si c'est, au contraire, le second observateur qui laisse tomber un morceau de plomb, le premier observateur le verra décrire une parabole, tandis que lui le verra tomber droit de son ballon. Par conséquent, même dans la science classique, on est obligé de reconnaître une certaine relativité de l'espace.

Nous venons de parler de l'espace ; passons maintenant au temps. Henri Poincaré a également élevé, bien avant Einstein, des objections très sérieuses contre l'idée newtonienne du temps qui s'écoule d'un mouvement absolu et indépendamment des événements qui se passent dans le temps. Il a très bien remarqué que, si ce même génie dont je vous ai parlé s'avisait de rendre mille fois plus lents tous les événements, nous n'aurions aucun moyen de nous en rendre compte. Au réveil, chacune de nos années durerait mille ans, notre pouls battrait mille fois moins vite, nos pendules seraient 1000 fois plus lentes, et nous n'aurions absolument aucun moyen de savoir que nous vivrions 1000 fois plus longtemps.

Les choses en étaient là, lorsqu'on approfondit un peu l'étude de la question ; et ce qui, pour la première fois, permit d'entrevoir la relativité du temps et de l'espace, c'est l'expérience de Michelson. Cette expérience n'est pas unique : depuis, on en a fait bien d'autres ; mais celle-ci est celle dont on a le plus parlé, et il doit rester entendu que ses résultats ont été confirmés, dans d'autres ordres d'idées, par de nombreuses expériences analogues. Voici en quoi consiste l'expérience de Michelson.

On sait depuis longtemps (ou du moins on suppose) que la lumière se propage à travers un certain milieu hypothétique qui n'a pas de masse mais possède de l'élasticité, et que l'on a appelé *éther*. Nous savons d'une façon certaine qu'après un certain nombre

de kilomètres entre nous et le soleil il y a le vide ; et cependant nous recevons les rayons du soleil et des étoiles, la chaleur du soleil. et nous ne concevons pas que quelque chose puisse passer à travers le vide absolu. Nous avons admis que les ondes de la lumière se propagent à travers ce milieu hypothétique ou éther, de même que les ondes produites par un caillou jeté dans l'eau se propagent autour du point central. Il y a donc un éther partout, autour de tous les objets produisant de la chaleur, de la lumière, ou une transmission d'énergie quelconque.

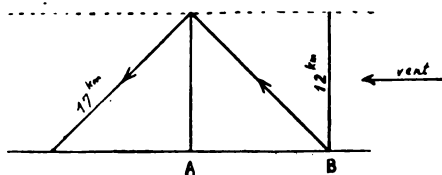
Maintenant, l'éther qui entoure la Terre est-il emporté par la Terre dans son mouvement de même qu'est emportée, dans une éponge mouillée qu'on lance au loin, l'eau dont elle est imbibée ? C'est une question qui s'est posée, et les observations astronomiques nous ont obligés à la résoudre par la négative. Lorsque je fixe une étoile avec une lunette (et nous arrivons à mesurer les directions et les angles suivant lesquels on étudie les étoiles, avec une précision extraordinaire), ma lunette est-elle exactement dans la direction de l'étoile ? Non. Lorsque je fixe une étoile, pendant que les rayons lumineux entrent dans mon objectif, dans le très court temps que mettent les rayons à parcourir ma lunette, la Terre a marché à la vitesse de 30 kilomètres par seconde et ma lunette s'est très légèrement déplacée. Je constate facilement ce déplacement, car, si j'observe une étoile en avril lorsque la Terre tourne dans un sens ou en septembre lorsque, par rapport aux étoiles, la Terre tourne en sens contraire, je constate que je ne vois pas l'étoile dans la même direction. Je fais la même constatation quelle que soit l'époque de l'année à laquelle je fais l'observation. Ceci est le phénomène que l'on appelle *phénomène d'aberration*, et qui prouve qu'effectivement, pendant que le rayon lumineux parcourt la lunette, la lunette s'est légèrement déplacée. Par conséquent, le milieu dans lequel se propage la lumière, l'éther, est immobile par rapport à la Terre. Voilà un premier résultat.

Mais on s'est dit alors que, lorsqu'il y a du vent quelque part, on le sent ; eh bien ! il y a là un vent d'éther que, par des procédés d'optique, nous devons pouvoir mettre en évidence.

Voilà, en quelques mots, comment on a été amené à imaginer

l'expérience de Michelson, qui a précisément pour but de vérifier l'existence de ce « vent d'éther », de ce déplacement de l'éther par rapport à la Terre, qu'indiquent les observations astronomiques.

La Terre se déplace de l'ouest à l'est, en sens inverse du mouvement des étoiles, puisque c'est précisément à cause de la rotation de la Terre que nous voyons tourner les astres dans le sens où nous les voyons. Autrement dit, à chaque seconde, la Terre est entraînée (si nous prenons Paris comme exemple) d'Auteuil vers Charenton, et elle parcourt 30 kilomètres par seconde en allant d'Auteuil vers Charenton. On s'est dit alors : supposons deux observateurs placés l'un à Auteuil et l'autre à Charenton. L'observateur placé à Auteuil envoie un signal lumineux à douze kilomètres qui est environ la distance d'Auteuil à Charenton. Si l'observateur



était immobile, le rayon parcourait 12 kilomètres juste. Mais, pendant que le rayon lumineux va d'Auteuil vers Charenton, la Terre s'est déplacée un peu ; par conséquent, notre rayon devra parcourir un peu plus de douze kilomètres pour atteindre Charenton. Si, au contraire, le rayon part de Charenton pour aller à Auteuil, la Terre s'est avancée dans sa direction puisque la Terre tourne de l'ouest à l'est, et le rayon lumineux devra parcourir une distance légèrement inférieure à 12 kilomètres. Quelqu'un qui pourrait mesurer avec exactitude la vitesse de nos deux rayons lumineux ainsi que les trajets parcourus par eux, trouverait une différence si, comme le démontrent les observations astronomiques, le milieu où se propage la lumière est immobile et ne se trouve pas entraîné par le mouvement de la Terre. Tel est, en principe, l'expérience de Michelson ; mais en réalité, bien entendu, elle n'est pas tout à fait aussi simple que cela.

Faisons une figure représentant Auteuil A et Charenton B séparés par une ligne de 12 kilomètres exactement. Puis nous

allons prendre une autre image que les rayons lumineux pour vous faire comprendre exactement les conditions de l'expérience de Michelson. Nous allons supposer (et là nous nous rapprochons tout à fait des conditions d'expérience de Michelson) un aviateur qui fait le trajet Auteuil—Charenton et retour et un autre aviateur qui fait un trajet de 12 kilomètres dans la direction perpendiculaire aller et retour. S'il n'y a aucun vent, que les deux avions partent en même temps et marchent à la même vitesse, l'avion qui va de l'ouest à l'est et celui qui va du nord au sud auront fait leur trajet dans le même temps. Mais, s'il y a du vent, que va-t-il arriver ? L'un de nos deux aviateurs va faire l'aller et le retour contre le vent ou aidé par le vent ; et l'autre, qui marche dans la direction perpendiculaire au vent, sera poussé de côté par le vent. Si ces deux avions ont la même vitesse, arriveront-ils en même temps ? Non. Et cela se démontre facilement en mathématiques.

Imaginons que le vent ait exactement la même vitesse que nos deux avions, soit 100 kilomètres à l'heure, et considérons d'abord l'observateur qui va du sud au nord et du nord au sud. Il doit parcourir 12 kilomètres. Pendant qu'il fait ses 12 kilomètres, le vent, qui a une vitesse égale à la sienne, va le déporter d'une distance exactement égale à celle qu'il a parcourue. L'aviateur, arrivant à la ligne qui marque la limite des 12 kilomètres, aura fait en réalité l'hypoténuse d'un triangle rectangle isocèle ; il aura donc fait, si le côté de l'angle droit est égal à 12 kilomètres, environ 17 kilomètres, de sorte que, pour l'aller et retour, il en aura fait 34. Et pendant ce temps, qu'a fait l'autre aviateur ? Il part d'Auteuil avec une certaine vitesse, et, s'il rencontre un vent qui a la même vitesse, il n'avance pas, il ne peut bouger et reste sur place. Il lui faudra parcourir un espace infiniment plus grand que 34 kilomètres pour faire son double trajet. Le trajet des deux aviateurs n'est donc pas le même, puisque le trajet de l'un est égal à 34 kilomètres et que celui de l'autre est infini. Il y a donc une différence dans l'espace parcouru et dans le temps nécessaire pour parcourir cet espace. J'ai pris naturellement un cas extrême ; mais ce qui est vrai dans ce cas est vrai dans tous les cas. L'observateur

transversal parcoura un trajet moins grand contre le vent que l'observateur longitudinal et parallèle au vent.

Pour comprendre les conditions de l'expérience de Michelson, il suffit de remplacer les aviateurs par des rayons lumineux et le vent par le « vent d'éther » dont l'astronomie nous a montré l'existence par rapport à la Terre. Voici donc ce que fait Michelson. Il a quatre miroirs, un à chaque sommet d'un losange, équidistants. Puis il envoie un rayon lumineux aller et retour, de chaque sommet, les réunit tous ensemble, et observe au microscope ce qu'on a appelé des *franges d'interférence*. (C'est une méthode qui donne un moyen très précis de mesurer les différences de trajet entre des rayons lumineux.) Michelson met son appareil sur un bain de mercure, et tourne l'appareil de 90°, de sorte que le rayon lumineux qui faisait un trajet nord—sud va faire son trajet est—ouest, et réciproquement ; le trajet du premier a dû s'allonger et celui du second a dû se raccourcir. Nous devons donc voir un déplacement des franges d'interférence, puisque la différence entre les longueurs de nos deux trajets est devenue double. Il n'en est rien : à la stupefaction de Michelson d'abord, et de tous les physiciens ensuite, on a constaté qu'il n'y a aucun déplacement des franges d'interférence, qu'elles restent rigoureusement immobiles. Or la précision de la méthode est telle que, si la vitesse de la Terre autour du Soleil était non pas de 30 kilomètres par seconde mais de 3 kilomètres par seconde, on devrait avoir un déplacement sensible des franges d'interférence, et l'on aurait dû voir une différence dans les trajets des rayons lumineux. Par conséquent, la méthode est suffisamment précise pour mettre en évidence un déplacement dix fois plus petit que ce qu'on aurait dû observer. Le résultat est donc net.

Ainsi, l'astronomie nous dit, par la découverte du phénomène d'aberration, que l'éther où se propage la lumière n'est pas entraîné par la Terre ; il y a donc une vitesse de l'éther par rapport à la Terre. D'autre part, nous avons l'expérience de Michelson qui nous dit que ce n'est pas vrai, que l'éther est forcément entraîné par la Terre puisqu'on ne trouve aucun déplacement des franges d'interférence. Voilà la contradiction d'où est sortie la théorie d'Einstein, et cette contradiction a beaucoup tracassé tous les physiciens depuis les

trente ou cinquante dernières années. (Je crois que c'est en 1890 qu'on a fait cette expérience.) Comment en sortir ? On l'a essayé de toutes sortes de manières, et l'on a notamment émis une hypothèse qui s'appelle l'hypothèse de Fitz-Gerald et de Lorentz, et qui consiste en ceci : On a dit que le trajet d'ouest à l'est doit être plus long que le même trajet d'est à l'ouest. Or on ne le voit pas s'allonger quand on tourne l'appareil ; c'est probablement qu'il se produit une contraction : nos deux miroirs, dans le vent d'éther, doivent se rapprocher un peu. Telle est l'hypothèse de Fitz-Gerald et de Lorentz, dont ils donnèrent une formule, la fameuse formule de Lorentz, qui est très simple. Les objets subissent une contraction dans le sens du déplacement de l'éther par rapport à la Terre ; cette contraction est donnée par la formule :

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{V^2}}. \quad \left(\begin{array}{l} v = \text{vitesse de l'objet,} \\ V = \text{— de la lumière.} \end{array} \right)$$

Cette hypothèse est très commode et explique la contraction. Seulement, c'est une hypothèse bien étrange.

On en était là lorsque Einstein vint. Einstein commence par supprimer l'éther, ou du moins par ne plus en parler. Laissons l'éther tranquille et considérons la lumière qui nous vient, avec une certaine vitesse, des objets, dit Einstein. Supposons, si vous voulez, que la lumière soit quelque chose d'analogue à un obus ; c'est d'ailleurs un peu l'hypothèse de l'émission de Newton. Mais avons-nous le droit de considérer la lumière de cette façon ? Nous allons pouvoir en juger tout de suite. Supposons deux canons qui tirent en sens inverse l'un de l'autre. Si les obus ont la même vitesse initiale, ils arriveront en même temps de chaque côté opposé. Mais je suppose que la cible, au lieu d'être immobile, soit portée par un tracteur. Si le tracteur fuit devant l'obus avec une vitesse de 10 mètres à la seconde, par exemple, la vitesse restante de l'obus par rapport à la cible sera de $50 + 10$, soit 60 mètres. Si, au contraire, la cible vient à l'encontre de l'obus à cette même vitesse de 10 mètres par seconde, la vitesse restante de l'obus par rapport à la cible sera de $50 - 10$, soit 40 mètres.

Si la lumière se comportait comme un obus, ainsi que nous

l'avons supposé, l'expérience de Michelson serait très simple à expliquer de cette façon. Mais la lumière se comporte différemment. On a pu mesurer sa vitesse et on a constaté que la vitesse de la lumière qui nous vient d'une étoile déterminée est toujours la même, que l'étoile s'éloigne ou qu'elle se rapproche de nous, de sorte qu'on n'a pas le droit de considérer la lumière comme analogue à un obus et d'expliquer ainsi l'expérience de Michelson. On ne peut, en effet, rien ajouter à la vitesse de la lumière ; quand un objet qui émet de la lumière a une vitesse, sa vitesse ne s'ajoute pas à celle de la lumière. Dans la mécanique ordinaire, les vitesses s'ajoutent ; les lois de la mécanique ancienne, de la mécanique classique ne s'appliquent donc pas à la lumière. Telles étaient les contradictions qui existaient dans la science avant l'intervention d'Einstein.

Einstein s'est alors proposé d'examiner d'un peu plus près ce que signifiaient ces expressions : la « longueur », la « durée » du trajet lumineux, et c'est en faisant cet examen qu'il a fait ses admirables découvertes, car il en a fait de nombreuses.

Il s'est d'abord demandé ce que signifiait la longueur apparente d'un objet, et il s'est dit : Je vois cette pendule en face de moi ; qu'est-ce que sa *longueur apparente* ? La longueur apparente d'un objet est définie, pour moi, par l'image que forment sur ma rétine les rayons venant des deux extrémités de l'objet et qui parviennent simultanément à ma pupille. Voilà la définition de la longueur apparente d'un objet. Mais qu'entendons-nous par « les rayons qui parviennent *simultanément* » ? Cela veut dire *en même temps*, et nous allons voir, en approfondissant cette notion, qu'Einstein a montré qu'en *même temps*, *simultané*, étaient des expressions très compliquées, beaucoup moins simples à définir qu'on ne le croyait dans la science classique. J'entends « en même temps » deux horloges sonner la demie de trois heures, par exemple. Ai-je le droit de dire qu'elles marquent la même heure ? Pas nécessairement. Si l'une de ces horloges est à côté de moi et l'autre à un kilomètre, je suis sûr qu'elles ne marquent pas la même heure, car il faut trois secondes à peu près au son pour franchir un kilomètre, et par conséquent, si j'entends mes deux horloges en même temps,

cela prouve que l'horloge située à un kilomètre est en avance ou en retard, selon sa situation par rapport à moi, sur celle qui est près de moi. Je les ai entendues en même temps, mais cela ne veut pas dire qu'elles marquent la même heure. Par conséquent, je n'ai pas le droit d'appeler « simultanés » des phénomènes dont je reçois la sensation en même temps. Il faut, pour que j'aie le droit de les appeler *simultanés*, que certaines conditions soient réalisées. Si je suis à égale distance entre les deux horloges et si je sais que le son se propage dans tous les sens avec la même vitesse, alors seulement j'ai le droit de dire qu'elles marquent la même heure en même temps. J'arrive ainsi à une bonne définition de la *simultanéité*, définition sur laquelle tout le monde est d'accord. Nous avons le droit d'appeler *simultanés* deux événements *lorsque nous sommes équidistants de ces deux événements et que l'agent de transmission qui nous en fait part a la même vitesse dans les deux sens*. Voilà une bonne définition de la *simultanéité*.

Maintenant nous allons voir ce qu'elle devient dans la pratique courante. Quand je vois deux chevaux arriver *en même temps* au poteau, j'ai le droit de le dire parce que la lumière va tellement vite que la distance pour venir du premier et du second cheval est de quelques milliards de milliardièmes de seconde. Mais, si la lumière ne venait pas si vite ou venait d'objets très éloignés l'un de l'autre, je n'aurais pas le droit de dire cela. Si je suis dans un observatoire et que j'observe le soleil, au moment où il se produit une de ces protubérances roses que l'on peut y apercevoir, et qu'au même moment je laisse tomber ma montre sur le parquet, est-ce que j'ai le droit de dire que la protubérance a jailli en même temps que ma montre est tombée ? Pas du tout, car il faut huit minutes à la lumière pour venir du soleil jusqu'à nous ; par conséquent ma montre est tombée sur le parquet non pas en même temps, mais huit minutes après que la protubérance a jailli. Cette différence, si claire quand il s'agit d'objets très éloignés de nous, la physique moderne est arrivée à la déceler pour des phénomènes qui se passent dans un laboratoire, grâce à la précision de ses méthodes.

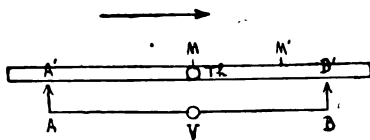
L'expérience, comme je vous l'ai montré tout à l'heure, a prouvé que la lumière se propage toujours avec la même vitesse,

quelles que soient les circonstances. Cette affirmation n'est nullement une hypothèse : elle résulte de l'expérience ; Einstein l'a appelée le « principe de la constance de la vitesse de la lumière ».

Etant donné l'existence de la constance de la vitesse de la lumière, nous avons le droit, en toute rigueur, de dire que deux événements sont simultanés lorsque nous sommes à égale distance des deux. Cette définition est rigoureuse, et tout le monde l'a admise.

Partant de là, Einstein a montré, avec une formule très simple, que ce qui est simultané pour une personne ne l'est pas nécessairement pour une autre. On a beaucoup critiqué cette démonstration ; mais voici l'erreur qui a été commise :

La mathématique d'Einstein est très simple, impeccable ; mais on a discuté sur une certaine démonstration qu'il avait faite pour vulgariser sa théorie. Il montrait la relativité de la simulta-



néité par un procédé analogue à celui que je vais employer tout à l'heure. On a trouvé des erreurs dans cette démonstration, et avec raison, car il est très difficile de vulgariser une démonstration. Mais, me dira-t-on, alors il faut s'en rapporter à la démonstration mathématique. Cela devient du dogmatisme : le maître l'a dit, il faut le croire. Non, il y a un moyen, que je vais employer, qui est très simple, de démontrer la relativité de la simultanéité en échappant aux objections auxquelles nous venons de faire allusion. Je vais vous donner la démonstration que j'ai imaginée. Je n'ai pas la prétention d'encherir sur Einstein, mais j'ai un peu modifié sa démonstration pour les besoins de la cause, et telle que je vais la présenter elle ne soulève aucune objection.

Imaginons une voie de chemin de fer, un observateur et un train. Ce train se déplace de l'ouest à l'est, à une certaine vitesse, mettons 20 kilomètres à l'heure. Sur la voie, se trouve un observateur que nous appellerons Victor, et dans le train un autre que nous appellerons Thomas. Victor se trouve muni d'un émetteur de

T.S.F. qui produit des ondes hertziennes à volonté, et à une certaine distance de lui, 100 ou 200 mètres, se trouve une petite pointe A qui dépasse le bord de la voie et qui arrive presque à toucher le wagon. A la même distance, de l'autre côté, se trouve une petite pointe B, également fixée de façon à affleurer le bord du wagon. A un moment donné, Victor produit une émission d'ondes hertziennes qui se propage avec la même vitesse et arrive en même temps en A et B et donne une petite étincelle qui jaillit entre le wagon et la voie. Elle va marquer une petite trace noire sur le wagon. Il en sera de même lorsque l'autre petite pointe touchera le wagon. Nous appellerons l'une de ces petites traces A' et l'autre B'. Il est bien entendu que je suppose mon train composé d'un seul wagon à couloir. Et voici la démonstration :

Pour Victor, qui produit ces deux étincelles, elles sont simultanées ; il les voit en même temps et elles rentrent tout à fait dans la définition que je donnais tout à l'heure de la simultanéité. Il les voit en même temps parce qu'il est équidistant des deux points où elles se produisent ; pour lui, elles sont donc simultanées.

Mais la question qui se pose est la suivante : ces étincelles sont-elles simultanées pour l'observateur Thomas qui se trouve dans le train et à égale distance de A' et B' ? La science classique dit : Oui bien sûr, elles sont simultanées pour l'observateur immobile et pour celui qui est en mouvement. On enseigne cela dans toutes les grandes écoles ; eh bien ! c'est faux, et vous allez voir pourquoi.

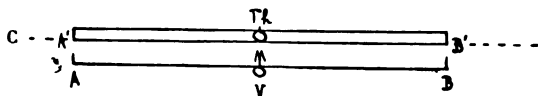
Les rayons lumineux venus de l'étincelle B et de l'étincelle A se croisent donc sur M. Victor, par définition. Si la lumière avait une vitesse infinie, ce que suppose implicitement et à tort la science classique, je verrais instantanément ce qui se passe à 300.000 kilomètres, et il est évident que Thomas, lui aussi, verrait les deux étincelles en même temps, parce qu'il n'aurait pas eu le temps de bouger pendant que les rayons lumineux venant de A et de B arrivent vers Victor et lui. Mais, étant donné la façon dont les choses se passent, il a eu le temps de bouger, et, pendant que les rayons venant de A et B se précipitent à la rencontre l'un de l'autre, le train a avancé, et Thomas, dans le train, a avancé également. Il est quelque part, disons au point M' ; de sorte qu'au moment où

les deux rayons arrivent sur Victor, Thomas, qui a avancé, reçoit le rayon venant de B avant de recevoir celui venant de A. Il en résulte qu'il voit l'étincelle B avant de voir l'étincelle A.

Par conséquent, deux événements qui sont simultanés pour un observateur donné ne sont pas simultanés pour un observateur en mouvement par rapport au premier. C'est très simple, très rigoureux, ne soulève aucune objection, et voilà démontrée la relativité de la simultanéité, et du même coup, du temps.

C'est sur cette idée qu'Einstein a basé toute sa théorie, et si ce n'était qu'une théorie ce serait un jeu d'esprit charmant, convaincant, tout ce qu'on voudra, mais rien de plus, tandis qu'elle contient des précisions. Il prédit certains phénomènes qui doivent se passer à telle époque, et, si sa théorie est exacte, ils doivent en effet arriver à l'époque dite. C'est ce qui a eu lieu : les phénomènes prévus se sont passés ainsi qu'il l'avait indiqué.

La conséquence de cette relativité du temps, est que l'espace, lui aussi, est relatif. Nous allons pouvoir montrer très simplement,



sans mathématiques, sans mètre et sans horloge, comment la vitesse contracte les dimensions apparentes des objets. Pour cela, il me suffit de vous rappeler la définition que je vous ai donnée tout à l'heure : « La grandeur apparente d'un objet est définie par les rayons lumineux émanant des deux extrémités de cet objet et qui parviennent simultanément à l'œil ». Ceci dit, je reprends ma voie et mon train, avec mon observateur Victor ; mais ici, il ne va plus faire la même expérience. Il a disposé, à une certaine distance devant soi, un piquet A et un autre piquet B, et il voit passer un train composé de wagons qui ont tous la même longueur et dont la longueur est telle que Victor voit chaque wagon s'encadrer exactement entre ces piquets. Cela veut-il dire que chaque wagon a exactement pour longueur la distance de ces deux piquets ? La science classique dit « Evidemment » et Einstein dit « Non », et voici comment on peut prouver qu'il a raison.

Pour simplifier l'exposé, nous allons supposer qu'à l'extrémité de chaque wagon il y a un petit drapeau, et qu'au moment où l'extrémité du wagon vient coïncider avec le piquet qui est en B, le petit drapeau cogne au passage le piquet ; de même pour l'autre extrémité du wagon ; de sorte que le heurt, le contact du drapeau avec le piquet, est un événement bien défini à la fois pour les gens de la voie et pour les gens du train, et que le heurt de l'autre drapeau contre l'autre piquet est également un événement bien net. Nous allons appeler A' et B' ces deux événements.

Considérons maintenant un observateur, Thomas, qui se trouve au milieu du wagon. Nous avons dit que, pour Victor, les deux événements se produisent en même temps, c'est-à-dire que les deux rayons lumineux provenant des deux chocs du drapeau contre les piquets arrivent en même temps sur Victor. Si la transmission de la lumière était instantanée, pendant que ces rayons se propagent, Thomas n'aurait pas eu le temps de bouger, le train du wagon n'aurait pas avancé, et Thomas verrait le choc des drapeaux en même temps. Mais, pendant que les rayons lumineux se propagent vers Victor, le train a légèrement avancé ; Thomas recevra donc les rayons de l'événement B' avant de recevoir les rayons de l'événement A'.

Lorsque Thomas voit l'extrémité d'avant de son wagon coïncider avec le piquet B, l'extrémité d'arrière de son wagon, pour lui, n'a pas encore atteint le piquet A ; par conséquent, il voit son piquet en C par rapport à A. Donc la distance des piquets est plus petite pour lui que la longueur de son wagon. Pour l'observateur de la voie, la longueur du wagon est la même que la distance entre les piquets ; pour Thomas, elle est plus grande, et réciproquement : si nous imaginons la longueur du wagon vue par Thomas comme ayant la même longueur que la distance entre les piquets, Victor la verrait plus petite. C'est rigoureusement juste, et il n'y a aucune objection à y faire.

Les lois de la propagation de la lumière sont telles, que les objets sont raccourcis par leur vitesse, ou tout au moins paraissent raccourcis par leur vitesse. Voilà l'explication de la contraction des miroirs dans l'expérience de Michelson, et de l'hypothèse de

Fitz-Gerald et de Lorentz. C'est ainsi qu'Einstein a expliqué ces contradictions apparentes et tout mis d'accord.

Les différences visibles sont nulles pour les vitesses que nous observons ordinairement. Pour un chemin de fer qui ferait 1000 kilomètres à la seconde, on ne verrait encore pas de différence ; mais, pour des objets qui feraient 100.000 ou 200.000 kilomètres à la seconde, on pourrait en observer de très grandes. Nous possédons quelques-uns de ces objets : ce sont les rayons cathodiques. Cependant, même pour les vitesses ordinaires que nous pouvons constater, la différence n'est pas nulle. Par exemple, le plus rapide de nos véhicules, je vous l'ai dit, est la Terre, qui a une vitesse de 40 kilomètres par seconde par rapport au Soleil. Eh bien ! la contraction einsteinienne et celle de Lorentz est telle, qu'un observateur qui serait immobile sur le Soleil et qui regarderait la Terre, en supposant que celle-ci soit sphérique, la verrait légèrement aplatie ; la différence ne serait pas grande, mais elle ne serait pas nulle, puisqu'elle serait de 6 centimètres.

J'arrive enfin à cette conséquence, que la forme même des objets, la dimension apparente des objets rigides, sont des choses tout à fait relatives et dépendant des vitesses de l'observateur. Nous pouvons en dire autant du temps, qui dépend également des vitesses de l'observateur.

Je ne veux pas prolonger cette causerie, et je me réserve, vendredi prochain, de vous retrouver ici (à 14.000.000 de kilomètres d'ici) pour vous indiquer quelques-unes des merveilleuses conséquences des faits que je vous ai exposés aujourd'hui.

(à suivre.)

ADDITION DES AFFAIBLISSEMENTS EFFECTIFS,

par P. MOCQUARD,
ingénieur des Postes et Télégraphes.

Dans l'article publié sous le titre de *Note sur le Betriebsdämpfung (affaiblissement de service)* dans les « Annales des P.T.T. » de juillet 1927, nous avons donné la définition et exposé quelques propriétés de l'affaiblissement de service, que l'on a convenu depuis d'appeler *affaiblissement effectif*.

Dans un article publié sous le titre de *Allgemeine Vierpoltheorie* dans le numéro de décembre 1927 de la « Telegraphen und Fernsprech-Technik », M. Feige donne de cet affaiblissement une définition légèrement différente, faisant intervenir la notion de jonction idéale, et, partant de cette définition, démontre, à l'aide d'une proposition préliminaire, le théorème d'addition.

Il nous a paru intéressant de donner une démonstration directe de la proposition générale en nous servant de la définition que nous avons donnée dans l'article précité, qui est celle adoptée par le Comité consultatif international des communications téléphoniques à grande distance dans le chapitre « Définitions ».

Définition. — Rappelons d'abord cette définition : L'affaiblissement effectif d'une partie de système fermée sur les impédances Z'_1 et Z_2 est, en népers, le demi-logarithme naturel du rapport de la puissance apparente qu'un générateur d'impédance Z'_1 fournit à un récepteur d'impédance Z'_1 à la puissance apparente que le même générateur fournit à un récepteur d'impédance Z_2 , par l'intermédiaire de la partie de système considérée.

Pour simplifier l'exposé, nous désignerons par :
 $P_0 [V_1 Z'_1 Z_2]$ la puissance apparente fournie par un générateur

de force électromotrice V_1 et d'impédance Z'_1 à l'impédance Z_1 connectée directement à ses bornes, et par $P_k[V_1 Z'_1 Z_1]$ la puissance apparente fournie par le même générateur à la même impédance par l'intermédiaire du quadripôle Q_k .

L'affaiblissement effectif $B_1(Z'_1 Z_2)$ du quadripôle Q_1 , dans les conditions représentées par la figure 1, sera par suite :

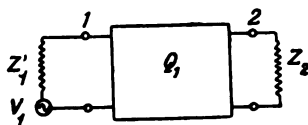


Fig. 1.

$$B_1(Z'_1 Z_2) = \frac{1}{2} \log_e \frac{P_0[V_1 Z'_1 Z'_1]}{P_1[V_1 Z'_1 Z_2]}.$$

Théorème d'addition. — Considérons maintenant un ensemble de n quadripôles $Q_1, Q_2, \dots, Q_k, \dots, Q_n$ tel que celui que représente la figure 2.

Désignons par k et $k+1$ les bornes du quadripôle Q_k , par Z_k

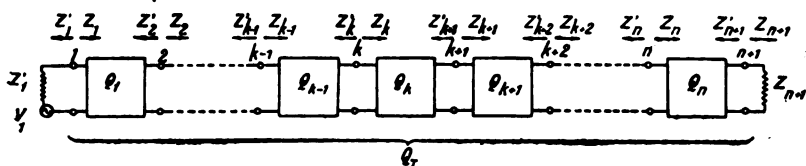


Fig. 2.

l'impédance vue des bornes k vers la droite et par Z'_k l'impédance vue des bornes k vers la gauche.

Cet ensemble de n quadripôles, compris entre les bornes 1 et $n+1$, forme un quadripôle Q_T dont l'affaiblissement effectif est :

$$B_T(Z'_1 Z_{n+1}) = \frac{1}{2} \log_e \frac{P_0[V_1 Z'_1 Z'_1]}{P_T[V_1 Z'_1 Z_{n+1}]} \quad (1)$$

Mais nous pouvons écrire :

$$\begin{aligned} \frac{P_0[V_1 Z'_1 Z'_1]}{P_T[V_1 Z'_1 Z_{n+1}]} &= \frac{P_0[V_1 Z'_1 Z'_1]}{P_1[V_1 Z'_1 Z'_1]} \times \frac{P_1[V_1 Z'_1 Z'_1]}{P_2[V_2 Z'_2 Z'_2]} \times \dots \\ &\dots \times \frac{P_{k-1}[V_{k-1} Z'_{k-1} Z'_{k-1}]}{P_k[V_k Z'_k Z'_k]} \times \frac{P_k[V_k Z'_k Z'_k]}{P_{k+1}[V_{k+1}^{(1)} Z_{k+1} Z_{k+1}]} \times \\ &\times \frac{P_{k+1}[V_{k+1}^{(1)} Z_{k+1} Z_{k+1}]}{P_{k+2}[V_{k+2}^{(2)} Z_{k+2} Z_{k+2}]} \times \dots \times \frac{P_{n-1}[V_{n-1}^{(n-k-1)} Z_{n-1} Z_{n-1}]}{P_n[V_n^{(n-k)} Z_n Z_n]} \times \\ &\times \frac{P_n[V_n^{(n-k)} Z_n Z_n]}{P_T[V_1 Z'_1 Z_{n+1}]} \quad (2) \end{aligned}$$

Il est facile de voir que le demi-logarithme naturel du premier terme du produit n'est autre que :

$$B_1 (Z', Z'_2).$$

Considérons le second terme : $P_1 [V_1 Z'_1 Z'_2]$ est la puissance apparente que le générateur de force électromotrice V_1 et d'im-

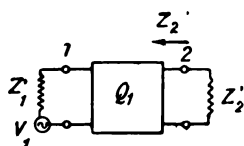


Fig. 3.

pédance Z'_1 fournirait, par l'intermédiaire du quadripôle Q_1 à l'impédance Z'_2 . Or, d'après le théorème de Thévenin, on peut remplacer tout ce qui est à gauche des bornes 2 sur la figure 3 par un générateur

d'impédance Z'_2 et de force électromotrice V_2 égale à la tension aux bornes 2 supposées ouvertes ; on aura donc :

$$P_{1A} [V_1 Z'_1 Z'_2] = P_0 [V_2 Z'_2 Z'_2]. \quad (3)$$

Le second terme du produit est donc égal à :

$$\frac{P_0 [V_2 Z'_2 Z'_2]}{P_2 [V_2 Z'_2 Z'_2]}.$$

Son demi-logarithme naturel n'est autre que : $B_2 (Z'_1 Z'_2)$.

Il en sera de même pour les $k-1$ premiers termes, qui ont la même forme ; le demi-logarithme naturel du $(k-1)^{\text{ième}}$ terme sera : $B_{k-1} (Z'_{k-1} Z'_k)$.

Considérons le $k^{\text{ième}}$ terme ; par application de l'équation (3), on aura :

$$P_{k-1} [V_{k-1} Z'_{k-1} Z'_k] = P_0 [V_k Z'_k Z'_k].$$

Ce terme devient donc :

$$\frac{P_0 [V_k Z'_k Z'_k]}{P_{k+1} [V_k Z'_k Z'_{k+1}]}.$$

Son demi-logarithme naturel est : $B_k (Z'_k Z'_{k+1})$.

Considérons maintenant le $(k+1)^{\text{ième}}$ terme ; $P_k [V_k Z'_k Z'_{k+1}]$ est la puissance apparente réellement fournie à la partie de l'ensemble de la figure 2 à droite des bornes $k+1$. On aura encore :

$$P_k [V_k Z'_k Z'_{k+1}] = P_0 [V_{k+1} Z'_{k+1} Z'_{k+1}].$$

Sans rien changer à la distribution des courants à droite des bornes $k + 1$, on peut remplacer ce qui est à gauche de ces bornes sur la figure 4 par un générateur d'impédance Z_{k+1} et de force électromotrice $V_{k+1}^{(1)}$ telle que :

$$\frac{V_{k+1}^{(1)}}{2 Z_{k+1}} = \frac{V_{k+1}}{Z'_{k+1} + Z_{k+1}}.$$

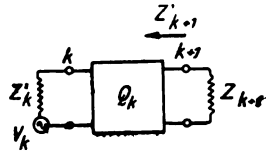


Fig. 4.

On aura donc :

$$P_k [V_k Z'_k Z_{k+1}] = P_0 [V_{k+1} Z'_{k+1} Z_{k+1}] = P_0 [V_{k+1}^{(1)} Z_{k+1} Z_{k+1}]. \quad (4)$$

Le $(k + 1)^{\text{ième}}$ terme devient donc :

$$\frac{P_0 [V_{k+1}^{(1)} Z_{k+1} Z_{k+1}]}{P_{k+1} [V_{k+1}^{(1)} Z_{k+1} Z_{k+2}]} \quad \text{Son demi-logarithme naturel est :}$$

$$B_{k+1} (Z_{k+1} Z_{k+2}).$$

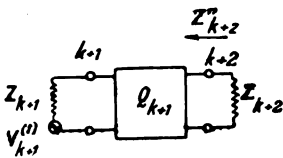


Fig. 5.

On verrait de même, en ce qui concerne le $(k + 2)^{\text{ième}}$ terme, que :

$$P_{k+1} [V_{k+1}^{(1)} Z_{k+1} Z_{k+2}] = P_0 [V_{k+2}^{(2)} Z'_{k+2} Z_{k+2}] = P_0 [V_{k+2}^{(2)} Z_{k+2} Z_{k+2}],$$

$V_{k+2}^{(2)}$ étant telle que :

$$\frac{V_{k+2}^{(2)}}{2 Z_{k+2}} = \frac{V_{k+2}^{(1)}}{Z'_{k+2} + Z_{k+2}}.$$

Le demi-logarithme naturel du $(k + 2)^{\text{ième}}$ terme est donc :

$$B_{k+2} (Z_{k+2} Z_{k+3}).$$

Il en est de même des termes suivants jusqu'au $n^{\text{ième}}$ qui ont la même forme ; le demi-logarithme du $n^{\text{ième}}$ terme sera :

$$B_n (Z_n Z_{n+1}).$$

Nous avons vu que le numérateur du $(k + 1)^{\text{ième}}$ terme :

$P_k [V_k Z'_k Z_{k+1}]$ était la puissance apparente réellement fournie à la partie de l'ensemble de la figure 2 à droite des bornes $k + 1$. Comme, dans nos substitutions successives, à partir de ce terme, nous n'avons rien changé à la distribution des courants à la droite des bornes $k + 1, k + 2, \dots, n$, nous avons finalement :

$$P_n [V_n^{n-k} Z_n Z_{n+1}] = P_T [V_n Z'_n Z_{n+1}].$$

Le dernier terme du produit du second membre de l'équation (2) se réduit donc à 1 ; et, en prenant le demi-logarithme des deux membres de cette équation, il vient :

$$B_T(Z'_1 Z_{n+1}) = B_1(Z'_1 Z'_2) + \dots + B_{k-1}(Z'_{k-1} Z'_k) + B_k(Z'_k Z'_{k+1}) + \dots + B_{k+1}(Z_{k+1} Z_{k+2}) + \dots + B_n(Z_n Z_{n+1}).$$

On a donc la proposition suivante : *L'affaiblissement effectif d'un ensemble de n quadripôles est égal à la somme des affaiblissements effectifs de chaque quadripôle définis comme il suit. On choisit un quadripôle particulier et l'on prend son affaiblissement effectif dans ses conditions de terminaison réelles. Pour tous les quadripôles à gauche de ce quadripôle particulier, on considère l'affaiblissement effectif de chaque quadripôle terminé sur les impédances vues de ses bornes vers la gauche. Pour tous les quadripôles à droite, on considère l'affaiblissement effectif de chaque quadripôle terminé sur les impédances vues de ses bornes vers la droite.*

Application. — Considérons le cas de trois quadripôles (fig. 6). En choisissant le quadripôle intermédiaire Q_2 , nous aurons :

$$B_T(Z'_1 Z_4) = B_1(Z'_1 Z'_2) + B_2(Z'_2 Z_3) + B_3(Z_3 Z_4).$$

Si Q_1 est une ligne homogène longue, d'impédance caractéristique Z'_1 , si Q_3 est une ligne homogène longue, d'impédance caractéristique Z_4 , et si Q_2 est un quadripôle quelconque, les impédances images de Q_T sont Z'_1 et Z_4 ; nous avons démontré, dans la note publiée dans le numéro de juillet 1927 des « Annales des P.T.T. », que, dans ce cas, $B_T(Z'_1 Z_4)$ n'est autre que l'affaiblissement image : b_{14} .

D'autre part : $Z'_2 = Z'_1$; donc : $B_1(Z'_1 Z'_2) = b_{12}$;

$Z_3 = Z_4$; donc : $B_3(Z_3 Z_4) = b_{34}$.

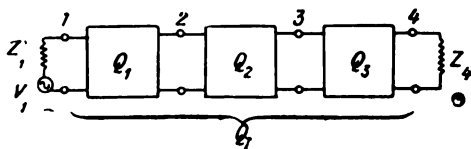


Fig. 6.

On a donc :

$$b_{14} = b_{12} + B_2 (Z'_1 Z_4) + b_{34},$$

proposition que nous avons établie directement dans l'article précité. Si les deux lignes homogènes sont courtes, on a encore :

$$Z'_2 = Z'_1 \quad \text{et} \quad Z_3 = Z_4.$$

Mais $B_T (Z'_1 Z_4)$ n'est plus égal à l'affaiblissement image b_{14} . On a seulement, dans ce cas :

$$B_T (Z'_1 Z_4) = b_{12} + B_2 (Z'_1 Z_4) + b_{34}.$$

LE VIBROMÈTRE, (1)

par H. NUKIYAMA et M. MATSUDAIRA.

(Tohoku Imperial University, Sendai, Japon.)

1. **Description de l'appareil.** — Le vibromètre est un appareil qui permet de mesurer une vibration mécanique en amplitude et en phase (ou une impédance mécanique) en mesurant avec un potentiomètre à courant alternatif une impédance mutuelle motionnelle. La figure 1 représente le vibromètre que nous avons utilisé pour nos expériences. N et S sont les pôles de l'électro-aimant excité par le courant passant dans la bobine excitatrice e. Les enroulements 1 et 2 sont supportés par la bobine c, solidaire de la membrane élastique b. L'enroulement 1 est appelé *bobine motrice*, et l'enroulement 2, *bobine de mesure*. Les bobines 1' et 2' sont enroulées autour du pôle S de l'électro-aimant. Elles sont appelées *bobines compensatrices*. Les bobines 1 et 1' ont approximativement le même nombre de tours et sont connectées en série de manière que leurs effets magnétisants soient de sens opposés. Les bobines 2 et 2' ont aussi, approximativement, le même nombre de tours et sont connectées en série de façon que leurs effets magnétisants soient de sens opposés. Par cette double compensation, l'inductance mutuelle entre les circuits 1-1' et 2-2' est rendue négligeable. C'est là une des caractéristiques les plus importantes de cet appareil.

Quand le courant alternatif traverse la bobine motrice 1-1', le système mécanique a b c vibre par l'effet de la force électromagnétique s'exerçant sur la bobine motrice. Si la vibration du système a b c s'exécute dans son ensemble dans la direction X ou, en d'autres termes, si le système mécanique possède pratiquement un seul degré de liberté, son mouvement sera complètement défini

1. The Selected Papers from the Journal of the Institute of Electrical Engineers of Japan, n° 13, mai 1927 (traduction).

par la mesure, en amplitude et en phase, de la force électromotrice induite dans la bobine de mesure 2-2', mesure qui peut être exécutée au moyen d'un potentiomètre à courant alternatif.

Le point a est la borne mécanique du vibromètre en liaison avec laquelle l'impédance mécanique d'un système quelconque peut être mesurée.

La figure 2 donne le schéma du circuit électrique. A est un oscillateur à lampe triode qui fournit le courant alternatif de la

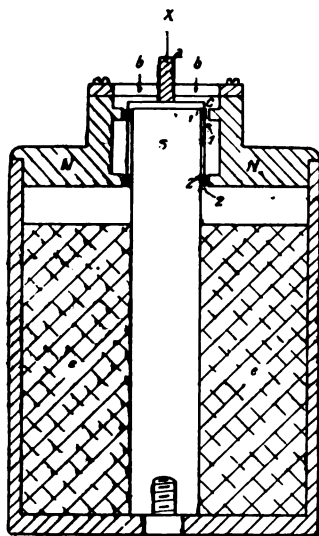


Fig. 1. — Vibromètre.

fréquence désirée à la bobine motrice 1. La bobine de mesure 2-2' est fermée sur l'impédance extérieure Z'_2 . Le potentiomètre à courant alternatif MR est monté en série avec la bobine motrice et mesure la différence de potentiel entre les bornes g et h de l'impédance extérieure Z'_2 . On prend en général Z'_2 égal à l'infini, de sorte qu'aucun courant ne passe dans la bobine de mesure ; mais il est commode de pouvoir parfois changer la valeur de Z'_2 pour amener l'amplitude de la différence de potentiel entre les bornes ou de la vibration du système à la valeur désirée. B est un amplificateur servant à observer l'équilibre ; T, un récepteur téléphonique

idéal ; et D, un tube acoustique conduisant le son à l'oreille sans que la présence du corps de l'expérimentateur modifie l'impédance du système électrique (bibliographie : 6).

2. Impédance motionnelle de la bobine motrice. — En nous reportant à la figure 2, soient Z_1 et Z_2 les impédances des circuits des bobines motrice et de mesure ; z , l'impédance mécanique du système vibrant vu de la bobine motrice ; M_{12} , M_{13} et M_{23} l'impédance mutuelle complexe entre les bobines motrice et de mesure, entre les bobines motrice et excitatrice, et entre les bobines de mesure et excitatrice respectivement ; I_1 et I_2 , les valeurs efficaces

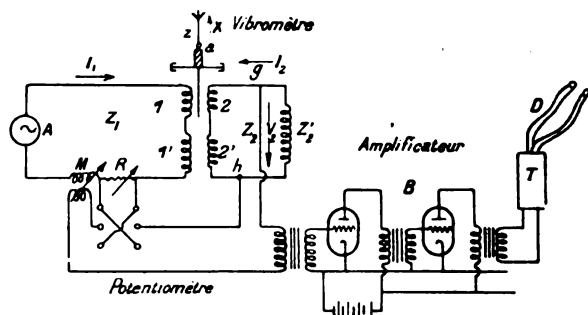


Fig. 2. — Schéma du montage.

complexes du courant alternatif dans les bobines motrice et de mesure ; $i_0 = \sqrt{2} I_3$, le courant continu dans la bobine excitatrice ; X , la valeur efficace complexe du déplacement mécanique ; $v = j\omega X$, la valeur efficace complexe de la vitesse mécanique ; E_1 et E_2 , les forces électromotrices appliquées aux bobines motrice et de mesure ; F , la force vibromotrice imprimée au système vibrant. La puissance dissipée totale complexe J est alors :

$$J = Z_1 I_1^2 + Z_2 I_2^2 + z v^2 ; \quad (1)$$

l'énergie cinétique totale complexe, T , est :

$$T = M_{12} I_1 I_2 + M_{13} I_1 I_3 + M_{23} I_2 I_3 ; \quad (2)$$

l'énergie potentielle totale complexe U est nulle. La valeur de M_{12} est très faible, et la variation de M_{12} due au déplacement X peut

être négligée. M_{13} et M_{23} sont fonction du déplacement et, quand le déplacement est très petit, on peut les exprimer de la manière suivante :

$$\left. \begin{aligned} M_{13} &= M_{13,0} + k_{13} X; \\ M_{23} &= M_{23,0} + k_{23} X. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Portons ces valeurs dans l'équation (2). T devient une somme de deux termes, T_2 et T_3 , fonctions homogènes des variables indépendantes du second et du troisième degré respectivement. Les expressions de T_2 et T_3 sont :

$$I_2 = M_{12} I_1 I_2 + M_{13,0} I_1 I_3 + M_{23,0} I_2 I_3; \quad (4)$$

$$I_3 = k_{13} I_3 I_1 X + k_{23} I_3 I_2 X. \quad (5)$$

Les équations de Lagrange sous forme symbolique (voy. bibliographie 5, éq. 7) sont :

$$E_1 = Z_1 I_1 + j \omega M_{12} I_2 + \sqrt{2} I_3 k_{13} v; \quad (6)$$

$$E_2 = j \omega M_{12} I_1 + Z_2 I_2 + \sqrt{2} I_3 k_{23} v; \quad (7)$$

$$F = -\sqrt{2} I_3 k_{13} I_1 - \sqrt{2} I_3 k_{23} I_2 + z v. \quad (8)$$

Introduisons les nouvelles constantes

$$\left. \begin{aligned} A_1 &= \sqrt{2} I_3 k_{13}, \\ A_2 &= \sqrt{2} I_3 k_{23}, \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

que nous appellerons *facteurs de force* de la bobine motrice et de la bobine de mesure respectivement. Les équations (6), (7), (8) deviennent :

$$\left. \begin{aligned} E_1 &= Z_1 I_1 + j \omega M_{12} I_2 + A_1 v; \\ E_2 &= j \omega M_{12} I_1 + Z_2 I_2 + A_2 v; \\ F &= -A_1 I_1 - A_2 I_2 + z v. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

C'est le système d'équations fondamental dans le problème électromécanique du vibromètre, et il diffère du système ordinaire que l'on rencontre dans les problèmes purement électriques en ce que le déterminant

$$\Delta = \begin{vmatrix} Z_1 & j \omega M_{12} & A_1 \\ j \omega M_{12} & Z_2 & A_2 \\ -A_1 & -A_2 & z \end{vmatrix} \quad (11)$$

n'est pas symétrique.

Quand la vibration mécanique est empêchée et quand il n'existe pas de force électromotrice dans le circuit de la bobine de mesure, on a :

$$E_2 = 0, \quad v = 0.$$

Introduisons ces valeurs dans l'équation (10) ; nous avons :

$$I_1 = \frac{A_{33,11}}{A_{33}} E_1 = \frac{Z_2}{Z_1 Z_2 + \omega^2 M_{12}^2} E_1. \quad (11 a)$$

L'impédance bloquée Z_d de la bobine motrice est :

$$Z_d = \frac{E_1}{I_1} = Z_1 + \frac{\omega^2 M_{12}^2}{Z_2}. \quad (12)$$

Quand la vibration mécanique est libre et qu'il n'existe pas de force électromotrice dans le circuit de la bobine de mesure, on a :

$$E_2 = 0, \quad F = 0.$$

Introduisons ces valeurs dans l'équation (10) ; nous avons :

$$I_1 = \frac{A_{11}}{A} E_1. \quad (12 a)$$

L'impédance libre Z_l de la bobine motrice est :

$$\begin{aligned} Z_l = \frac{E_1}{I_1} &= \frac{A}{A_{11}} = \frac{1}{A_{11}} (Z_1 A_{11} - j\omega M_{12} A_{31} - A_1 A_{31}) = \\ &= Z_1 + \frac{A_1^2 Z_2 - 2A_1 A_2 j\omega M_{12} + \omega^2 M_{12}^2 z}{Z_2 z + A_2^2}. \end{aligned} \quad (13)$$

Par conséquent, l'impédance motionnelle Z_m de la bobine motrice (différence entre l'impédance libre et l'impédance bloquée) est :

$$Z_m = Z_l - Z_d = \frac{(A_1 Z_2 - j\omega M_{12} A_2)^2}{(Z_2 z + A_2^2) Z_2} = \frac{\left(A_1 - \frac{j\omega M_{12}}{Z_2} A_2\right)^2}{z + \frac{A_2^2}{Z_2}}. \quad (14)$$

Si $Z_2 = \infty$, nous avons :

$$Z_m = \frac{A_1^2}{z}. \quad (15)$$

C'est la formule bien connue de l'impédance motionnelle d'un récepteur téléphonique (voy. bibliographie 1, 2, 3). Si nous comparons l'équation (14) avec l'équation (15), nous voyons que le terme

— $\frac{j\omega M_{12}}{Z_2} A_2$ dans l'équation (14) est le facteur de force correspondant au courant d'induction dans la bobine de mesure, terme qui disparaît évidemment quand M_{12} est nul ; et que $\frac{A_2^2}{Z_2}$ est l'impédance mécanique due au courant induit par le mouvement vibratoire dans la bobine de mesure. En nous servant de la mesure de l'impédance motionnelle (15), nous pouvons déduire z et A_1 ; mais nous ne décrivons pas ici cette technique, qui est développée dans les nos 2 et 3 de la bibliographie et qui, d'autre part, n'est qu'un cas particulier de l'étude de l'impédance mutuelle motionnelle, qui sera faite avec détails dans la section suivante de cet article. Nous avons donné l'équation (14) afin de montrer qu'il est possible d'agir sur le facteur de force et sur l'impédance mécanique à l'aide de la bobine de mesure, ce qui est très avantageux dans certaines expériences.

3. Impédance mutuelle motionnelle entre les bobines motrice et de mesure. — Quand la vibration mécanique est empêchée et qu'il n'y a pas de force électromotrice appliquée à la bobine de mesure, l'intensité I_2 du courant dans cette dernière est, d'après l'équation (10) :

$$I_2 = - \frac{J_{32.12}}{J_{33}} E_1,$$

ou, selon l'équation (11a) :

$$I_2 = \frac{-j\omega M_{12}}{Z_1 Z_2 + \omega^2 M_{12}^2} \times \frac{Z_1 Z_2 + \omega^2 M_{12}^2}{Z_1} = - \frac{j\omega M_{12}}{Z_2} I_1. \quad (16)$$

La différence de potentiel V_2 entre les bornes g et h de l'impédance extérieure Z'_2 du circuit de la bobine de mesure représenté sur la figure 2 est alors :

$$V_2 = - Z'_2 I_2 = j\omega M_{12} \frac{Z'_2}{Z_2} I_1. \quad (17)$$

L'impédance mutuelle bloquée $Z_{12,d}$ entre les bornes de mesure g h et le circuit de la bobine motrice est, par suite :

$$Z_{12,d} = \frac{V_2}{I_1} = j\omega M_{12} \frac{Z'_2}{Z_2}. \quad (18)$$

Quand la vibration mécanique est libre et qu'il n'y a pas de force électromotrice appliquée au circuit de la bobine de mesure, nous avons, en posant $E_2 = 0$, et $F = 0$ dans l'équation (10) :

$$I_2 = - \frac{A_{12}}{A_{11}} E_1,$$

ou, par l'équation (12 a) :

$$I_2 = - \frac{A_{12}}{A_{11}} I_1.$$

La différence de potentiel V_2 entre les bornes de Z'_2 est :

$$V_2 = - Z'_2 I_2 = Z'_2 \frac{A_{12}}{A_{11}} I_1.$$

Ainsi, l'impédance mutuelle libre $Z_{12,l}$ est :

$$Z_{12,l} = \frac{V_2}{I_1} = Z'_2 \frac{A_{12}}{A_{11}} = \frac{j\omega M_{12} z + A_1 A_2}{Z_2 z + A_2^2} Z'_2. \quad (19)$$

Nous appellerons *impédance mutuelle motionnelle* la différence entre l'impédance mutuelle libre et l'impédance mutuelle bloquée et nous la désignerons par $Z_{12,m}$. Des équations (18) et (19), nous tirons :

$$\begin{aligned} Z_{12,m} &= Z_{12,l} - Z_{12,d} = \left(\frac{j\omega M_{12} z + A_1 A_2}{Z_2 z + A_2^2} - \frac{j\omega M_{12}}{Z_2} \right) Z'_2 = \\ &= \frac{A_1 A_2 - j\omega M_{12} \frac{A_2^2}{Z_2}}{z + \frac{A_2^2}{Z_2}} \times \frac{Z'_2}{Z_2}. \end{aligned} \quad (20)$$

Ordinairement, nous prenons $Z'_2 = \infty$ et, dans ce cas,

$$Z_{12,m} = \frac{A_1 A_2}{z}. \quad (21)$$

C'est sur cette formule qu'est basée la caractéristique essentielle du vibromètre, et l'emploi de cet appareil repose sur la mesure de l'impédance mutuelle motionnelle $Z_{12,m}$. Pour déterminer celle-ci, nous mesurons les impédances mutuelles libre et bloquée et nous prenons leur différence. Par suite, au point de vue de l'exactitude et de la simplicité de la mesure, il est désirable de rendre négligeable l'impédance mutuelle bloquée $j\omega M_{12} \frac{Z'_2}{Z_2}$, ce qu'on réalise d'une manière satisfaisante par la double compensation indiquée

plus haut dans la description de notre type actuel de vibromètre. On donne l'équation (20) afin de montrer que nous pouvons agir sur l'impédance mutuelle motionnelle au moyen du circuit de la bobine de mesure et, réciproquement, déterminer aussi A_2 .

Pour faire du vibromètre un appareil pratique, il est essentiel de réaliser une bonne compensation et nous avons essayé beaucoup d'autres méthodes. Par exemple, notre collaborateur M. K. Kobayashi a construit un vibromètre dont la bobine motrice et la bobine de mesure faisaient partie d'électro-aimants distincts et il a réuni les deux bobines par une tige. Cette disposition rend plus facile la compensation mais complique le système mécanique ; aussi avons-nous renoncé à ce type d'appareil. D'une façon générale, le nombre de degrés de liberté mécaniques d'un appareil a tendance à augmenter d'une manière imprévue et dont il est très difficile de se rendre maître. Pour cette raison, nous conseillons de réaliser un système mécanique vibratoire aussi simple que possible et de reporter le problème de la compensation sur la partie électrique. Cela est particulièrement nécessaire lorsque le vibromètre doit être employé dans un large intervalle de fréquences.

4. Détermination des constantes du vibromètre. — Pour déterminer les constantes du vibromètre à une fréquence donnée, nous mesurons, à l'aide du potentiomètre à courant alternatif schématisé sur la figure 2, l'impédance mutuelle motionnelle

$$Z_{12, m} = \frac{A_1 A_2}{z}. \quad (22)$$

Nous ajoutons ensuite au système vibrant une impédance mécanique connue z' . Si nous ajoutons, par exemple, une masse m , nous aurons :

$$z' = j\omega m.$$

Nous mesurons de nouveau l'impédance mutuelle motionnelle $Z'_{12, m}$ dans les nouvelles conditions. Celle-ci est donnée par la formule :

$$Z'_{12, m} = \frac{A_1 A_2}{z + z'}. \quad (23)$$

A partir des équations (22) et (23), nous pouvons déterminer z comme il suit :

$$z = \frac{Z'_{12,m}}{Z_{12,m} - Z'_{12,m}} z'. \quad (24)$$

Des équations (22) et (24), nous tirons :

$$A_1 A_2 = \frac{Z_{12,m} Z'_{12,m}}{Z_{12,m} - Z'_{12,m}} z'. \quad (25)$$

Les valeurs de z et de $A_1 A_2$ données par les équations (24) et (25) sont les constantes du vibromètre qu'il est nécessaire de connaître. Si nous désirons connaître A_1 et A_2 séparément, nous devons nous servir des équations (15) ou (20) ; mais nous n'aborderons pas ce dernier problème.

Dans certains cas, il peut arriver que, dans un certain intervalle de fréquences, le facteur de force $A_1 A_2$ soit constant et que l'impédance mécanique z soit celle d'un système vibratoire simple, de résistance mécanique équivalente σ , de masse équivalente m et de raideur équivalente s :

$$z = \sigma + j \left(\omega m - \frac{s}{\omega} \right). \quad (26)$$

Dans ce cas, le lieu géométrique de l'impédance mutuelle motionnelle

$$Z_{12,m} = \frac{A_1 A_2}{\sigma + j \left(\omega m - \frac{s}{\omega} \right)} \quad (27)$$

quand la fréquence varie est un cercle passant par l'origine et dont le diamètre passant par l'origine a la valeur

$$Z_{12,0} = \frac{A_1 A_2}{\sigma}. \quad (28)$$

Ainsi la pente (négative) du diamètre est égale et de signe contraire à la somme des arguments de A_1 et de A_2 . On peut appeler ce cercle *cercle d'impédance mutuelle motionnelle*.

Il est préférable de construire le système mécanique de telle sorte qu'il se rapproche le plus possible d'un système vibratoire simple pour un intervalle de fréquences convenables, parce qu'en relevant le cercle d'impédance mutuelle motionnelle et en en dédui-

sant les constantes du vibromètre nous pourrions vérifier commodément la précision et la comparabilité de l'instrument et des autres appareils de mesure. C'est pourquoi nous traiterons plus complètement ce cas.

La figure 3 représente le cercle d'impédance mutuelle motionnelle du vibromètre dont nous nous sommes servis pour notre étude expérimentale des microphones à charbon. Dans ce cas,

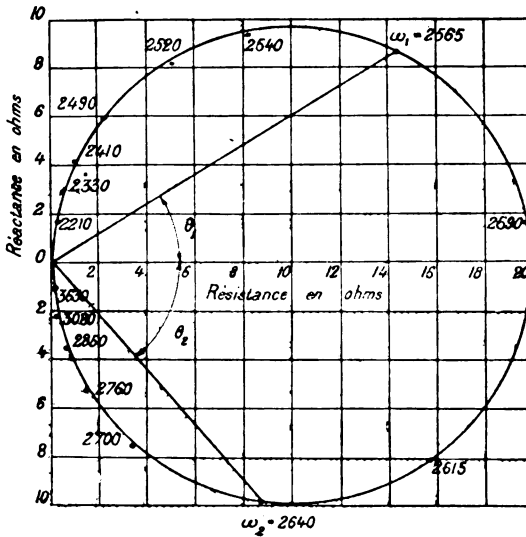


Fig. 3.

l'impédance mutuelle bloquée était inférieure à 0,005 ohm et presque égale à l'impédance mutuelle libre. En nous reportant à la figure 3, soient Z_{ω_1} et Z_{ω_2} les valeurs de l'impédance mutuelle motionnelle aux pulsations ω_1 et ω_2 respectivement, soient θ_1 et θ_2 la pente de Z_{ω_1} et Z_{ω_2} par rapport au diamètre du cercle passant par l'origine 0. Nous avons alors, d'après l'équation (27) :

$$\theta_1 = - \arctg \frac{\omega_1 m - \frac{s}{\omega_1}}{\sigma};$$

$$\theta_2 = - \arctg \frac{\omega_2 m - \frac{s}{\omega_2}}{\sigma}.$$

On tire de ces deux équations :

$$\sigma (\omega_1 \operatorname{tg} \theta_1 - \omega_2 \operatorname{tg} \theta_2) = (\omega_2^2 - \omega_1^2) m.$$

La constante d'amortissement Δ du système vibratoire est alors :

$$\Delta = \frac{\sigma}{2m} = \frac{\omega_2^2 - \omega_1^2}{2(\omega_1 \operatorname{tg} \theta_1 - \omega_2 \operatorname{tg} \theta_2)}. \quad (29)$$

En particulier, si ω_1 et ω_2 sont les pulsations quadrantales,

$$\theta_1 = \frac{\pi}{4}, \quad \theta_2 = -\frac{\pi}{4},$$

et

$$\Delta = \frac{\omega_2 - \omega_1}{2}. \quad (30)$$

Pour déterminer la pulsation de résonance ω_0 , posons $\omega_1 = \omega_0$, $\theta_1 = 0$ dans l'équation (29) ; nous obtenons :

$$\omega_0^2 = \omega_2^2 + 2\omega_2 \Delta \operatorname{tg} \theta_2. \quad (31)$$

Jusqu'ici, nous n'avons mesuré que des pulsations et des impédances électriques. Une pulsation est de dimensions T^{-1} et une impédance électrique $L^{-1} T$, de sorte que l'unité de masse est encore arbitraire. Par suite, pour déterminer la constante électromécanique $A_1 A_2$ ou les constantes mécaniques σ , m et s , il est nécessaire d'effectuer des mesures mécaniques. Comme on sait, il y a pour cela plusieurs méthodes, par exemple la méthode de mesure de l'amplitude, la méthode de la masse additionnelle, la méthode de la raideur additionnelle, la méthode de la résistance mécanique additionnelle et la détermination directe du facteur de force $A_1 A_2$. Dans ce qui suit, nous décrirons les deux méthodes que nous avons trouvées les plus commodes : la méthode de la masse additionnelle et la détermination directe du facteur de force $A_1 A_2$.

De l'équation (26), nous tirons :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{s}{m}}. \quad (32)$$

Ajoutons une masse connue m' et mesurons la nouvelle pulsation de résonance ω_0' , qui est

$$\omega_0' = \sqrt{\frac{s}{m + m'}}. \quad (33)$$

Des équations (32) et (33), nous tirons :

$$m = \frac{\omega_0'^2}{\omega_0^2 - \omega_0'^2} m', \quad (34)$$

et les autres constantes s'en déduisent comme il suit :

$$s = m \omega_0^2, \quad (35)$$

$$\sigma = 2 m \Delta, \quad (36)$$

$$A_1 A_2 = z Z_{12, m}. \quad (37)$$

C'est la méthode classique de la masse additionnelle.

La détermination directe du facteur de force $A_1 A_2$ est basée sur ce que cette expression est une quantité réelle dans le vibromètre de notre construction.

Ce fait est en évidence sur la figure 3, qui représente le cercle d'impédance mutuelle motionnelle, puisque la pulsation de résonance ω_0 se trouve sur l'axe réel. Quand cela n'a pas lieu, la cause en est principalement dans la complexité du système vibrant (voy. bibliographie 4). Au point de vue théorique, si le système vibrant ne contient pas de fer et si l'on néglige l'action du courant parcourant la bobine motrice sur la saturation de la pièce polaire, l'équation (9) peut s'écrire :

$$A_1 = \sqrt{2} I_3 \frac{\partial M_{13}}{\partial x},$$

$$A_2 = \sqrt{2} I_3 \frac{\partial M_{23}}{\partial x},$$

où M et x sont respectivement les valeurs instantanées de l'inductance mutuelle et du déplacement. Ces formules indiquent que A_1 et A_2 sont des quantités réelles. Dans ce cas, A_1 et A_2 étant indépendants de la fréquence, nous pouvons mesurer A_1 et A_2 en plaçant les bobines dans la position normale, y faisant passer un courant continu d'intensité connue et mesurant la force électromagnétique à l'aide d'une balance ou de tout autre dispositif convenable.

Cette méthode est basée sur la dernière équation du système (10). Quand on a déterminé $A_1 A_2$, il est facile de calculer σ , Δ , m et s .

5. **Étude expérimentale.** — Nous avons déterminé A_1 et A_2 , à l'aide d'une balance et nous avons trouvé :

$$A_1 = 1,29 \times 10^6 \text{ dynes par abampère,}$$

$$A_2 = 1,11 \times 10^6 \text{ dynes par abampère.}$$

(1 abampère = 1 unité électromagnétique C.G.S. d'intensité = 10 ampères.)

D'après le cercle d'impédance mutuelle motionnelle représenté sur la figure 3,

$$\omega_0 = 2594 \text{ radians par seconde,}$$

$$Z_{12,0} = 19,8 \text{ abohms. (1 abohm} = 10^{-9} \text{ ohm.)}$$

D'après l'équation (28),

$$\sigma = 72 \text{ dynes par kine. (1 kine} = 1 \text{ cm : sec.)}$$

D'après l'équation (29),

$$\Delta = 44,5 \text{ radians par seconde,}$$

et

$$m = 0^g,81.$$

D'après l'équation (32),

$$s = 5,45 \times 10^6 \text{ dynes par cm.}$$

Telles sont les constantes de notre vibromètre.

Pour mesurer l'impédance mécanique d'un microphone à charbon, telle qu'elle est opposée à la pression de l'onde sonore, nous avons appliqué la borne mécanique du vibromètre, désignée par a sur la figure 1, au disque vibrant qui recouvre la chambre contenant la grenaille de charbon. Nous avons mesuré dans ces conditions la nouvelle impédance mutuelle motionnelle $Z'_{12,m}$. Si z est l'impédance mécanique du vibromètre et z' l'impédance mécanique extérieure appliquée à la borne mécanique « a », nous avons :

$$Z'_{12,m} = \frac{A_1 A_2}{z + z'}, \quad (38)$$

d'où :

$$z' = \frac{A_1 A_2}{Z'_{12,m}} - z. \quad (39)$$

Le tableau I donne les valeurs de l'impédance mécanique z' quand la pulsation varie de $\omega = 3000$ à $\omega = 10.000$ radians par seconde.

TABLEAU I.

Impédance mécanique du microphone à charbon.

ω (en rad./sec.)	z' (en dynes/kine)
3.000	1.000 — j 9.600
4.000	600 — j 7.700
5.000	800 — j 7.100
6.000	900 — j 5.800
7.000	500 — j 3.700
8.000	800 — j 4.800
10.000	400 — j 4.800

Ces nombres montrent que le microphone étudié se comporte principalement comme un ressort dans cette bande de fréquences.

Des équations (10) et (38), nous tirons :

$$v = \frac{A_1 I_1}{z + z'} = Z'_{12,m} \frac{I_1}{A_2}. \quad (40)$$

La vitesse de vibration peut donc également être calculée à partir de la valeur de l'impédance mutuelle motionnelle.

Ce qui précède n'est qu'un exemple de l'emploi qu'on peut faire du vibromètre. Bien que cet appareil soit encore susceptible de bien des perfectionnements, les auteurs sont convaincus qu'il trouvera un vaste champ d'applications dans l'étude des vibrations mécaniques, y compris celle des problèmes acoustiques.

BIBLIOGRAPHIE.

1. A.E. KENNELLY et G.W. PIERCE, *The Impedance of telephone receivers as affected by the motion of their diaphragms* (Proc. Am. Ac. Arts and Sc., 48, n° 6, 1912).
2. A. E. KENNELLY et H. NUKIYAMA, *Electromagnetic theory of the telephone receiver* (Proc. A.I.E.E., mars 1919).
3. A.E. KENNELLY, *Electrical vibration instruments*, New-York, The Macmillan Company, 1923.
4. K. KOBAYASHI, *On the vibrating coil type telephone receiver and its vibrating system* (Journ. of the Institute of electrical engineers of Japan, déc. 1924).
5. H. NUKIYAMA, *On the law of conservation and transformation of vector power for a system of periodic current flowing in an electrical network* (Proc. of the Imp. Academy, 2 [1926], n° 5).
6. H. NUKIYAMA et Y. WATANABE, *The compensated a.c. potentiometer and a.c. currentometer* (Proc. of the Journal of the Institute of electrical engineers of Japan, févr. 1926).

TABLES DE DÉBALLAGE POUR SACS POSTAUX,

Contribution à la lutte contre la poussière, (1)

par A. DE SALIS,

fonctionnaire technique à la Direction générale des Postes suisses.

Chaque fois que des sacs postaux arrivants sont vidés sur les tables de déballage, il se produit un dégagement de poussières, dont la quantité dépendra du temps pendant lequel les sacs n'ont plus été nettoyés, du parcours qu'ils viennent d'effectuer, de la manière dont ils furent traités pendant le trajet, et de la plus ou moins forte couche de poussière qui se trouvait déjà sur la table avant l'opération.

Ces poussières contaminent l'air des locaux et incommode le personnel. Les agents appelés à ouvrir journallement les sacs postaux en souffrent plus particulièrement. Ces inconvénients sont difficiles à éviter lorsqu'il est fait usage du procédé habituel de vidage, suivant lequel l'agent de service dépose les sacs pleins sur la table pour les ouvrir, puis les entoure des deux bras et les serre contre sa poitrine, afin de les soulever pour en faire sortir le contenu. Il faut encore le plus souvent les secouer et les reprendre plusieurs fois, ce qui augmente le dégagement de la poussière. Non seulement celle-ci est désagréable, mais elle constitue aussi un danger pour la santé du personnel, voire même pour celle des destinataires d'envois postaux, de sorte qu'il est dans l'intérêt de chaque administration de chercher à combattre la poussière qui se dégage près des tables de déballage des courriers.

Le captage de la poussière à ces endroits ne constitue évidemment qu'une mesure entre plusieurs et ne saurait être présenté comme la solution de tout le problème. La lutte contre la poussière

1. Article extrait de *L'Union postale*, février 1928.

ne sera véritablement efficace que lorsqu'on aura trouvé les moyens de ne transporter les sacs postaux que sur des chariots et dans des voitures tout à fait propres, de les ranger toujours dans des wagons-poste et à des endroits spéciaux bien nettoyés, de disposer, pour les sacs pleins comme pour les vides, d'entrepôts convenables et propres, et enfin d'assurer un dépoussiérage complet et régulier des sacs en circulation. Il ne serait pas difficile, par des instructions précises et une surveillance consciencieuse, d'empêcher, par exemple, que des sacs postaux ne fussent jetés à terre sur les quais des gares et que le personnel ne marchât dessus.

Mais des mesures de ce genre elles-mêmes, destinées à couper le mal par la racine, n'aboutiront jamais à ce qu'on puisse compter sur l'arrivée, à la table de déballage, de sacs absolument exempts de poussière. C'est pourquoi il est nécessaire, là aussi, de combattre ce fléau.

On trouve déjà, dans différentes publications, la description d'installations construites à cet effet ; mais il s'agit toujours d'aménagements prévus pour des offices de postes très importants et dont il ne peut être question dans les bureaux moyens ou plus petits, à cause de leur coût élevé et souvent aussi en raison de la trop grande place qu'ils exigent. Il est de fait que le rendement des dépenses consacrées à de semblables installations ne se traduit pas par des avantages économiques directs, ni surtout faciles à évaluer.

Nous examinerons brièvement ci-après quelques systèmes de ces installations, au triple point de vue de savoir s'ils suffisent aux exigences de l'exploitation, si la place qui leur est nécessaire n'est pas excessive, et si, sous le rapport des frais, ils paraissent susceptibles de développement.

1. Les tables de déballage avec dessus en treillis ou mailles de fil de fer n'ont pas fait leurs preuves. Leur avantage consiste uniquement dans leur prix modique et dans le fait que la poussière passe facilement au travers du treillis. Par contre, il arrive très souvent que des objets s'accrochent aux mailles, s'y déchirent, et parfois même, si ces mailles sont trop peu serrées, passent au travers ; en outre, le personnel se blesse facilement les ongles et les doigts, par le frottement inévitable de la main sur ce treillis pour saisir les envois.

2. Les tables de déballage unies, avec dispositif d'aspiration de la poussière dans un entonnoir placé au dessus, ne se sont pas révélées pratiques à l'usage. La plus grande partie de la poussière dégagée par les sacs tombe immédiatement ou peu à peu sur la table elle-même, et seule une fraction des poussières légères et flottantes est effectivement aspirée par l'entonnoir. Pour que le système soit efficace, il faut ou bien que l'entonnoir soit placé très bas, ce qui entrave le service d'une façon inadmissible, ou bien que le courant d'aspiration soit particulièrement fort (avec importante consommation d'énergie), ce qui alors a pour conséquence que nombre d'impuretés, qui sans cela se poseraient sur la table, sont attirées en l'air à proximité immédiate des organes respiratoires du personnel. Il en résulte, outre l'inconvénient du courant d'air, des conditions de travail désagréables et malsaines. Un autre désavantage encore, qui ne peut guère être évité, est la déperdition de lumière sur la table, due à la présence de l'entonnoir.

3. Table de déballage avec dessus perforé et aspiration de la poussière par le bas. — Ce système est, en principe, meilleur que le précédent, attendu que la totalité des poussières tombant sur la table et une partie au moins de celles flottant dans l'air peuvent être absorbées. Cette dernière partie est toutefois assez faible en proportion de la force exigée pour l'aspiration. En raison de la grande surface de la table, il faut, en effet, une quantité d'air et une force de courant considérables pour que l'aspiration agisse jusqu'à une certaine hauteur. Ce déplacement d'air continu est nuisible pour le personnel. Les mains deviennent froides et il en résulte, en outre, des névralgies et des refroidissements, ce qui fait que l'appareil aspirateur est le plus souvent au repos.

Il n'y a aucun profit, dans ces conditions, à construire une installation coûteuse qui ne sera pas utilisée. Dans de rares cas seulement, celle-ci peut se limiter à la pose d'une conduite d'aspiration et d'un extracteur ; il faut le plus souvent la compléter par un appareil de filtrage qui exige beaucoup de place. D'après nos expériences, nous estimons (1) qu'il faut compter, comme prix

1. Comme le professeur Schwaighofer dans *Postbetriebsmechanik* (I, 66).

d'établissement, une somme de 3 à 5 cents francs suisses ; ce coût nous semble élevé pour une installation auxiliaire de ce genre, et il paraît devoir, à lui seul, empêcher le développement de ce système.

4. Dans les bureaux de poste importants, la possibilité existe de rendre l'installation décrite ci-dessus supportable pour le personnel, en même temps que plus efficace avec dépense d'énergie moindre. Ce moyen réside dans l'aménagement d'une grande cloche mobile au dessus de la table, se déplaçant à volonté dans le sens de la hauteur et traversée par un dispositif de suspension et d'élévation des sacs. Le sac, ouvert, est fixé par son extrémité inférieure à ce dispositif ; celui-ci est mis en action, ainsi que l'aspirateur de poussière, après que la cloche a été abaissée. Ainsi le sac se vide, d'une manière très hygiénique, dans un espace fermé et nettoyé ; toutefois, même abstraction faite de son coût élevé, ce système n'est guère praticable, au point de vue de l'exploitation, en raison de la perte de temps consécutive à son emploi.

5. D'après un autre mode de construction, l'opération de vidage des sacs s'effectue dans des récipients spéciaux, dont l'ouverture est placée très près du niveau du plancher. Il n'est, de ce fait, pas nécessaire de soulever les sacs aussi haut qu'avec les tables de déballage ordinaires. L'aspiration de la poussière a lieu dans le récipient et dans des cages qui y correspondent, au moyen desquelles les liasses de lettres et objets sont amenés, par un transporteur mécanique montant obliquement, sur une table placée à côté de l'ouverture. Mais ces installations sont très coûteuses et elles ne peuvent être envisagées que pour de très grands bureaux. En outre elles présentent l'inconvénient que les sacs doivent rester sur les chariots jusqu'au moment même où ils seront vidés, afin qu'une partie de leur poussière ne se répande pas dans le local d'arrivée.

6. Enfin une autre suggestion a été émise encore pour résoudre cette question ; il s'agirait de faire vider tous les sacs dans des locaux spéciaux et fermés, par des agents convenablement protégés contre la poussière. Mais ce procédé aurait pour conséquence de compliquer, de ralentir et de renchérir l'exploitation.

7. Sur la base d'études et d'expériences faites, l'administra-

tion des postes suisses en est arrivée à utiliser les tables de déballage décrites ci-après, lesquelles, en raison de leur prix modique, peuvent être installées aussi dans les bureaux de moyenne et de faible importance.

Ces tables sont faites d'un solide tréteau en bois de hêtre, renforcé et protégé par quelques garnitures de fer en T et en L. Sur ce tréteau, est fixée une plaque de tôle perforée, au dessous de laquelle se trouvent des tiroirs à poussière.

La plaque de tôle, qui forme ainsi le dessus de la table, a une importance particulière. Afin que les envois ne puissent s'accrocher aux ouvertures et que le personnel ne risque pas de se blesser, les trous, qui sont évasés et alésés par le haut, ne doivent pas avoir plus de 10 millimètres de diamètre. Il est fait usage de tôle forte de 3 à 4 millimètres d'épaisseur, pour que la plaque puisse avoir le plus grand nombre de trous possible (distance d'un axe à l'autre : 15 millimètres), sans en être trop affaiblie. Si la table est destinée à recevoir de lourdes charges, un renforcement de la plaque est prévu dans le milieu, ce qui diminue la surface perforée.

Le maximum d'espace possible est laissé entre la plaque et le fond des tiroirs, afin que la poussière qui se trouve déjà dans ceux-ci ne soit pas soulevée de nouveau lors de la manipulation d'autres sacs. Cet espace doit être au minimum de 250 millimètres.

Il est recommandable, s'il y a sous la table suffisamment de place et moyennant un léger supplément de frais, d'augmenter la distance entre la plaque et le fond des tiroirs de manière à y aménager des entonnoirs lisses en fer ; il faut veiller, en pareil cas, à ce que ces entonnoirs puissent être facilement nettoyés.

Les tables sont confectionnées autant que possible dans les formats « normaux » suivants :

Petites : longueur totale, 800^{mm} ; largeur totale, 1100 ^{mm} ; hauteur de la plaque au dessus du plancher, 730^{mm} ; hauteur des listes de bordure, 100^{mm} ;

Moyennes : longueur totale, 1600^{mm} ; largeur totale, 1100^{mm} ; hauteur de la plaque au dessus du plancher, 730 ^{mm} ; hauteur des listes de bordure, 100^{mm} ;

Grandes : longueur totale, 2400^{mm} ; largeur totale, 1100^{mm} ;

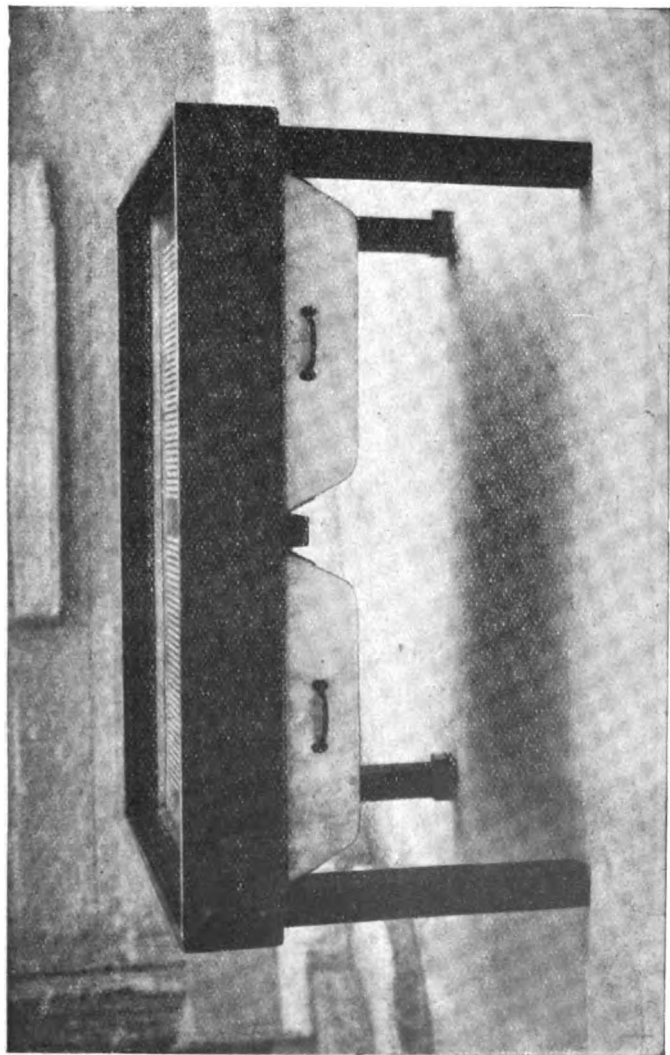


Fig. 1. — Table de déballage, de grandeur moyenne, avec tiroirs à poussière.

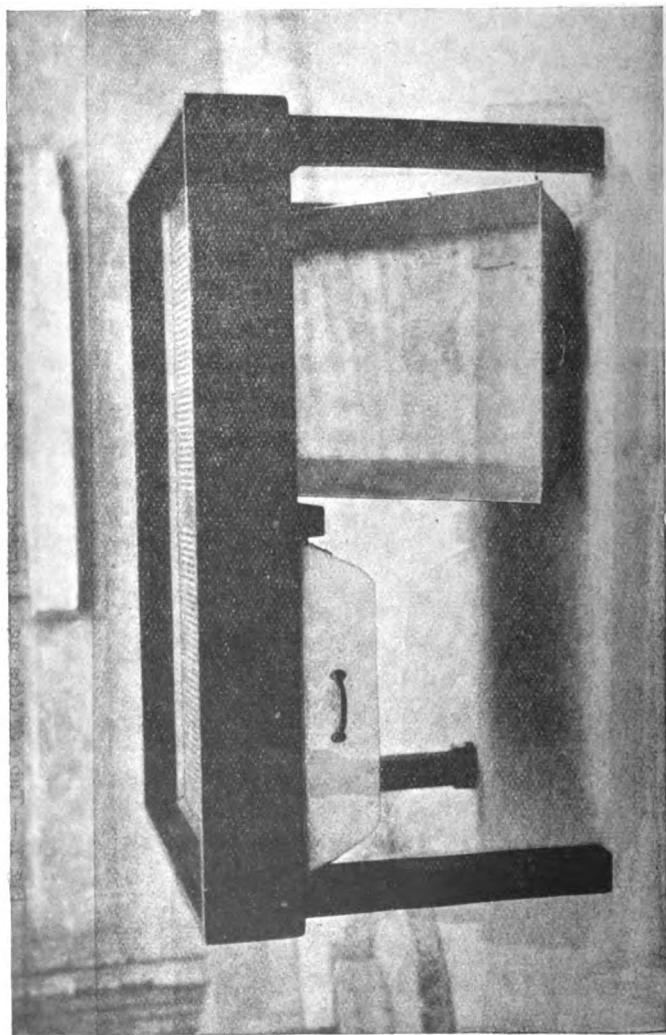


Fig. 2. — Table de débarras, de grandeur moyenne :
un tiroir à poussière ouvert pour le nettoyage.

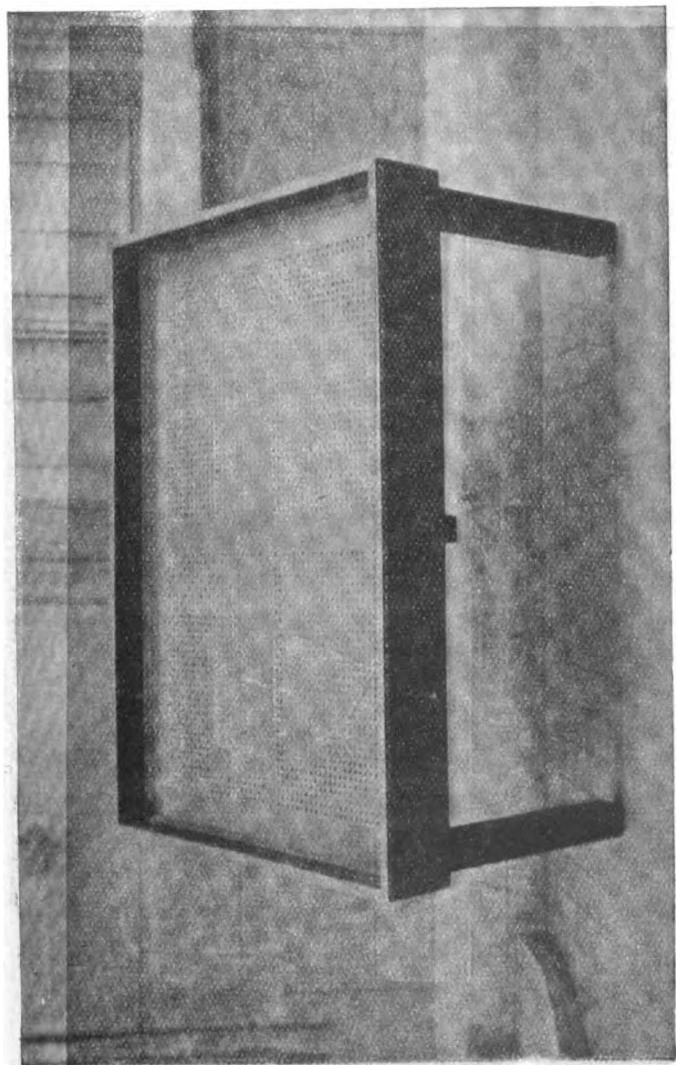


Fig. 3. — Table de déballage, de grandeur moyenne :
aspect de la plaque perforée et des bords relevés renforcés par des ferrures.

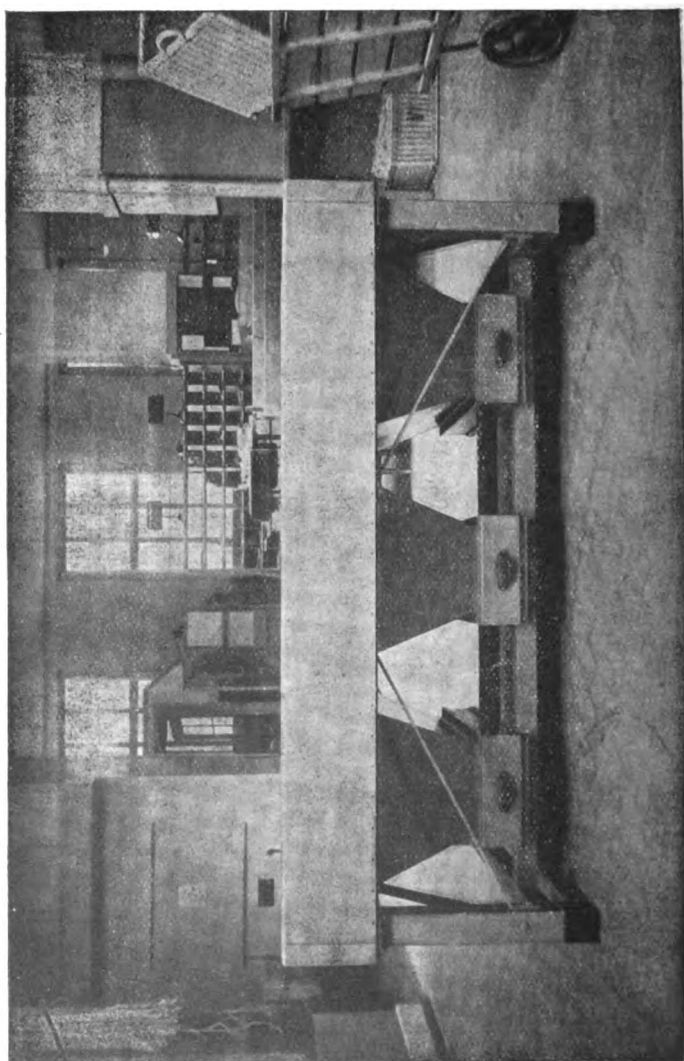


Fig. 4. — Grande table de débrillage avec entonnoirs et tirants à pousser.

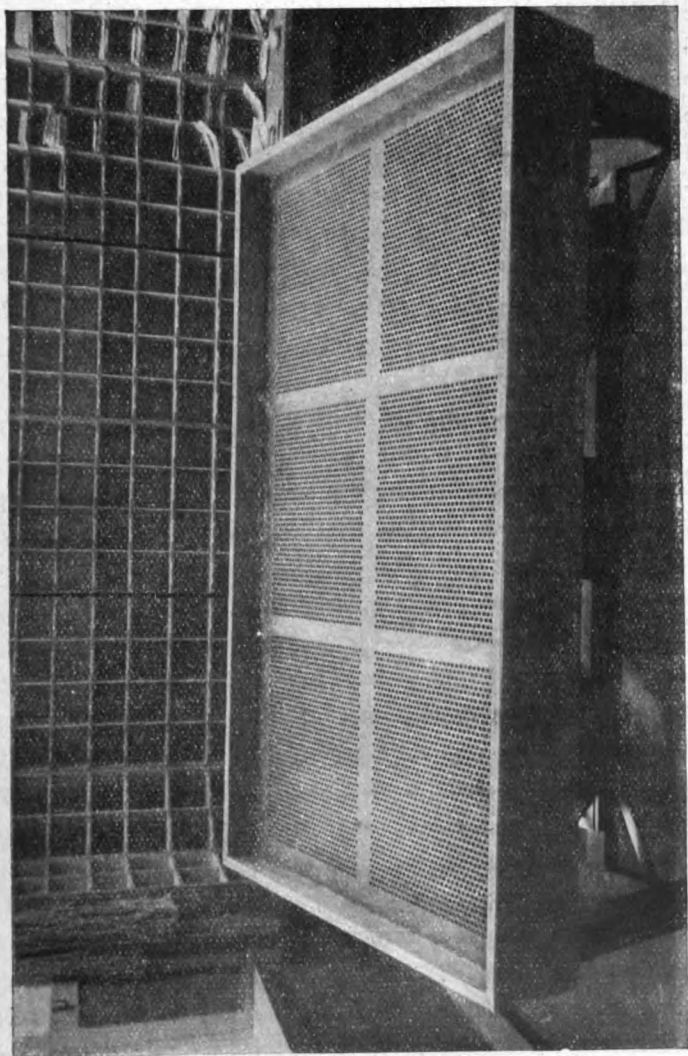


Fig. 5. — Grande table de déballage : vue de la plaque perforée.

hauteur de la plaque au dessus du plancher, 730^{mm} ; hauteur des listes de bordure, 100^{mm}.

Le prix d'une table varie, suivant la grandeur et l'exécution, entre 200 et 750 francs suisses.

La hauteur de la plaque est une moyenne, qui pourra être estimée trop élevée, trop basse ou juste, selon la taille des agents occupés à la table. Celle-ci ne doit pas être trop haute, afin qu'il ne soit pas nécessaire de soulever les sacs à une trop grande hauteur (s'il n'existe pas d'installation mécanique à cet effet). Elle ne sera pas trop basse non plus, pour que le personnel recueillant les masses de lettres, etc... n'ait pas à se baisser continuellement.

Toute la poussière retombante et les plus gros déchets sont ainsi captés par ces tables. Quant aux poussières fines flottant dans l'air, il n'y a que la partie qui se pose sur la table qui soit recueillie. Du fait que les trous sont très rapprochés les uns des autres, la plus grande quantité tombe immédiatement dans les tiroirs ; le reste y est poussé par le mouvement de va-et-vient des sacs et objets manipulés, de sorte qu'après chaque emploi la plaque est propre, sauf dans les bords. De cette manière, le sac suivant ne soulève pas, comme c'est le cas sur les tables ordinaires, outre sa propre poussière, celle provenant des sacs précédents.

Les tables sont simples et bon marché ; leur montage n'exige ni travaux spéciaux de maçonnerie ni installations mécaniques. Les dimensions en sont réduites à ce qui est strictement nécessaire et elles n'entravent en rien l'exploitation. A l'instar des autres installations plus coûteuses, elles ne permettent pas de capter la totalité de la poussière, mais elles constituent cependant, sous le rapport des conditions d'exploitation, une amélioration sensible et fort appréciée du personnel.

Ouvrages consultés (sans les écrits spéciaux relatifs au dépoussiérage des sacs postaux) : KARL, *Verkehrs- und Betriebswissenschaft in Post und Telegraphie*, 1927, cahier 21, *Handwörterbuch des Postwesens*, Verlag Springer, Berlin, 1927 (voir p. 607, sous « Staubsauger ») ; SCHWAIGHOFER, *Postbetriebsmechanik*, 1927, vol. I, p. 61 et suivantes, et vol. II, p. 312.

REVUE DES PÉRIODIQUES.

L'amélioration des qualités du plomb par de faibles additions d'étain et de cadmium. (JEAN COURNOT, *Génie civil*, 14 avril 1928). — Les tuyaux de canalisations et les enrobages des câbles télégraphiques et téléphoniques sont souvent constitués de plomb pur ; leur fabrication est effectuée par filage à l'aide de presses spéciales : le plomb est coulé dans le corps de presse et maintenu à une température bien déterminée de ramollissement ; le tube ou le câble sont refroidis par un jet d'eau à la sortie de la filière. Ces tuyaux ou enrobages sont soumis aux critiques suivantes :

1° La résistance mécanique et la limite élastique du plomb pur sont insuffisantes, ce qui est grave pour les emplois, surtout au point de vue écrasement ;

2° La résistance aux efforts répétés et aux vibrations est très mauvaise, corollaire d'une élasticité que l'on peut considérer comme à peu près nulle ; les vibrations font « cristalliser » le plomb, lequel devient cassant ; ceci a été spécialement constaté dans les emplois sur constructions métalliques ;

3° Dans certains milieux (par exemple, en milieu ammoniacal), le plomb pur se corrode vite.

Des tentatives ont déjà été faites pour obvier à ces inconvénients : on a essayé d'ajouter au plomb de l'antimoine, ou de l'étain, ou du cadmium, ceci sous des teneurs variant entre 0,5 et 3 %. Mais aucune recherche systématique n'avait été encore entreprise, et nous avons pensé qu'il serait intéressant de dégrossir le problème par quelques essais rationnellement conduits. Nous avons d'abord cherché une orientation basée sur l'étude théorique et structurale des alliages binaires du plomb ; les trois seuls susceptibles d'applications industrielles sont bien ceux énumérés plus haut. Résumons rapidement les résultats de ces premières investigations.

Le plomb et l'antimoine ne présentent aucune miscibilité à

l'état solide (fig. 1) ; les deux métaux gardent leur personnalité dans l'alliage. Au point de vue micrographique, on observe :

a) de gros éléments de plomb de première cristallisation se déposant progressivement depuis une température un peu inférieure à 327° (point de fusion du plomb) jusqu'à $248^{\circ},5$;

b) un fond eutectique renfermant dans son ensemble 13 % d'antimoine et constitué par un fin agrégat de petits cristaux de plomb pur et de petits cristaux d'antimoine pur ; cet eutec-

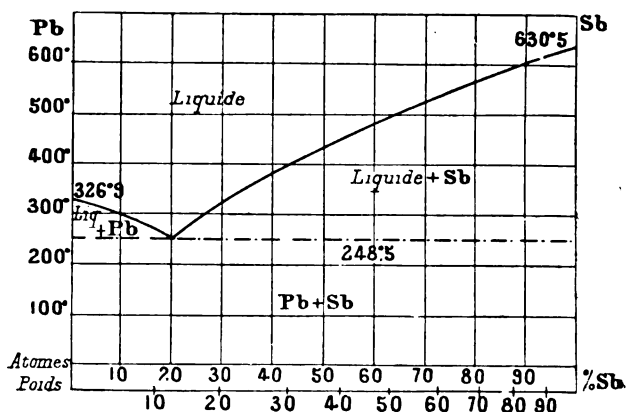


Fig. 1. — Diagramme plomb-antimoine.

tique se solidifie à température constante à $248^{\circ},5$; il est naturellement d'autant plus abondant que l'alliage est plus riche en antimoine.

Bien que l'addition d'antimoine soit séduisante au point de vue prix de revient, il n'est pas possible d'éliminer, surtout dans le genre de fabrication envisagé :

a) des défauts d'homogénéité macrographique de l'alliage et des ségrégations, du fait des considérations ci-dessus et de la différence assez grande des températures de fusion des deux constituants (630° pour l'antimoine) ; ceci a d'ailleurs été nettement constaté dans les essais industriels déjà effectués et n'a pas permis d'obtenir une continuité satisfaisante dans les résultats de fabrication ;

b) une corrodabilité accentuée en raison des effets électrochimiques provoqués par cette juxtaposition de cristaux à forte différence de

potentiels de dissolution ($-0,12$ pour le plomb et $+0,47$ pour l'antimoine).

Le plomb et l'étain présentent une miscibilité pour les alliages riches en plomb (fig. 2) ; cette miscibilité est même très accentuée pour les températures de l'ordre de 180° (elle atteint alors presque 20 % d'étain), mais elle se réduit considérablement quand la température s'abaisse, et théoriquement elle devient presque nulle à la température ordinaire ; pratiquement (les essais micrographiques sont très difficiles à réaliser), la solution solide doit exister aux basses teneurs en étain, et ceci dans des conditions de stabilité suffisantes

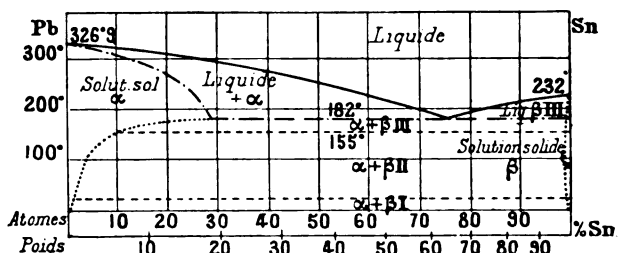


Fig. 2. — Diagramme plomb-étain.

en raison de l'inertie moléculaire à basse température ; on pourrait, d'ailleurs, par une trempe, forcer la teneur en étain dans la solution solide, mais alors il y aurait à craindre une instabilité, et le vieillissement pourrait entraîner une séparation physico-chimique et comme corollaire une aptitude à la corrosion, faible il est vrai, en raison du voisinage des forces électromotrices de dissolution.

Les alliages à basse teneur en étain se solidifient dans un espace de température très réduit situé un peu au dessous de la température de fusion du plomb.

Nous avons donc supposé *a priori* que l'on pourrait essayer jusqu'à 2 ou 3 % d'étain ; les essais industriels (câble téléphonique Paris—Strasbourg) paraissent d'ailleurs l'avoir prouvé ; dans de telles conditions, on devait espérer l'homogénéité et une amélioration de la résistance à la corrosion.

Le plomb et le cadmium donnent une solution solide jusqu'à 5 à 6 % de cadmium (fig. 3) ; là encore, on a un intervalle de solidifi-

cation : lorsque la teneur en cadmium va de 0 aux proportions ci-dessus, le début de solidification tombe de 327° à 285° environ, et la fin de solidification de 327° à 249°.

Des essais américains indiquent que, si l'on ajoute 3 % de cadmium dans le plomb, la charge de la rupture et la limite élastique sont relevés de 75 % et la dureté de 50 %, pendant que les allongements ne s'abaissent que de 27 à 20 % ; nous verrons plus loin que ces résultats sont erronés.

Dans les alliages à plus forte teneur en cadmium, il y aurait lieu de craindre une certaine oxydabilité de l'alliage fondu ; il n'est pas

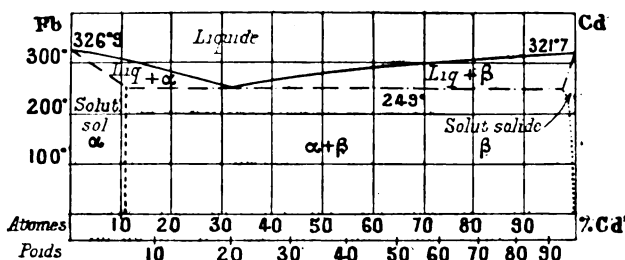


Fig. 3. — Diagramme plomb-cadmium.

possible de dire si ce défaut se présentera pour les faibles proportions ; seuls, les essais permettront de s'en rendre compte et il y aura lieu de porter sur ce point une attention particulière. Notons que le point de fusion du cadmium (320°) est très voisin de celui du plomb. On peut donc faire porter ici les essais sur des alliages allant jusqu'à 3 % de cadmium, avec toute probabilité de bonne homogénéité et de résistance à la corrosion améliorée. Enfin il y a lieu d'essayer quelques alliages plus complexes, et les plus avantageux nous paraissent être, pour les motifs indiqués, ceux renfermant de l'étain et du cadmium, l'étain venant combattre l'oxydabilité possible à l'état liquide ou pâteux.

Nous avons ainsi établi la liste suivante d'alliages à essayer, en tâchant de ne pas sortir des zones de solutions solides :

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pb	93,5	97	98,5	97	98,5	97,5	98	98,5	97,5
Cd	1,5	3	0	0	0,5	0,5	1	1	2
Sr	0	0	1,5	3	1	2	1	0,5	0,5

tous les essais devant être menés comparativement au plomb pur (n° 0 du tableau ci-dessous).

Elaboration des alliages. — Nous avons préparé nos alliages en creuset de carborundum, sous une protection de charbon de bois, dans un four Méker de laboratoire au gaz de ville ; les coulées ont été effectuées, aux environs de 500-550°, en moule métallique préalablement chauffé vers 150-200° ; nous avons ainsi coulé directement des éprouvettes de traction, de petits barreaux et des plaques, celles-ci destinées au laminage.

Nous avons spécialement surveillé l'oxydabilité à l'état fondu ; nos pronostics se sont vérifiés ; les alliages binaires au cadmium ont présenté une oxydabilité importante ; dans les alliages ternaires, au contraire, l'étain apporte son influence bienfaisante et l'oxydabilité reste faible, sauf dans l'alliage n° 9 où elle devient moyenne.

Essais effectués. — Nous avons réalisé :

1° des essais de traction à la température ordinaire, à l'aide d'une machine Amsler sous puissance maximum d'une tonne, sur barreaux cylindriques à tête (section utile : 150^{mm}² ; distance entre repères d'allongement : 140^{mm}) ;

2° des essais d'écrasement à la température ordinaire, à l'aide de la machine Amsler sous puissance maximum de 2 tonnes, sur éprouvettes de section carrée (17 × 17^{mm}) et de 18^{mm} de hauteur ; nous avons appliqué lentement un effort de 1500 kilos et avons mesuré la réduction de hauteur ;

3° des essais d'écrasement à chaud, dans les mêmes conditions, la température s'abaissant de 180° à 150° au cours de l'essai ;

4° des essais de dureté à la température ordinaire, avec bille de 10^{mm} de diamètre sous un effort de 250 kilos ; durée de montée à charge : 15 secondes ; maintien de charge nul ;

5° des essais de dureté à chaud, dans les mêmes conditions, mais sous un effort de 50 kilos seulement, la température s'abaissant de 180° à 170° au cours de l'essai ;

6° des essais de pliage répétés à température ordinaire, sur bandes de section rectangulaire 10 × 3^{mm},5, à l'étau, les pliages étant effectués à angle droit ; les résultats sont indiqués en nombre de pliages simples ;

7° des essais de corrosion sur plaquettes partiellement immergées dans les réactifs d'attaque ;

8° des essais de fusibilité sur les alliages ternaires.

Les cinq premières séries d'essais ont été effectuées sur plomb et alliages bruts de coulée, le sixième et le septième sur des laminés (1), la réduction de section ayant été de moitié ; nous noterons d'ailleurs plus loin l'aspect des produits après laminage.

Nous remercions la Société Electro-Câble, qui a bien voulu effectuer ces laminages et contrôler dans ses laboratoires les teneurs chimiques de nos alliages.

Résultats obtenus. — Les résultats obtenus dans les six premières séries d'essais sont groupés dans le tableau ci-dessous ; les valeurs

RÉSULTATS D'ESSAIS.

N°	COMPOSITION CHIMIQUE				TRACTION :			ÉCRASEMENT		DURETÉ Brinell.		Plages répétés simples.
	cherchée :		obtenue :					à température ordinaire.	à chaud.	à température ordinaire.	à chaud.	
	Cd.	Sn.	Cd.	Sn.	R.	E.	A %.					
0	—	—	traces	traces	1,5	de 0	31,0	8,5	13,0	4,8	1,1	7
1	1,5	—	1,74	traces	3,4	1,0	15,5	4,5	9,5	8,3	2,1	5
2	3,0	—	2,89	traces	4,8	2,0	13,5	3,0	9,0	11,4	2,4	3
3	—	1,5	0,15	1,54	1,9	0,5	33,5	7,0	11,0	5,4	1,8	6
4	—	3,0	0,25	2,65	2,3	0,7	30,0	5,5	10,5	6,6	2,0	4
5	0,5	1,0	0,65	0,95	2,9	0,9	23,5	4,5	10,0	7,6	2,0	5
6	0,5	2,0	0,66	1,76	3,0	1,1	25,0	4,5	9,5	8,0	2,2	4
7	1,0	1,0	1,04	0,96	3,5	1,0	23,5	3,5	9,5	9,5	2,2	4
8	1,0	0,5	1,42	0,48	3,4	1,2	20,0	4,0	9,0	8,6	2,3	4
9	2,0	0,5	1,98	0,52	4,0	1,0	19,5	4,5	9,0	9,3	2,3	4

indiquées pour *E* sont les limites de proportionnalité approximativement déterminées sur les courbes enregistrées à la traction (fig. 4).

Au point de vue laminage, l'aspect des lames permet un classe-

1. Ceci est important à souligner, car les alliages s'écrouissent à la température ordinaire, contrairement au plomb pur, ce qui les met dans un état initial défavorable par rapport à ce métal pour la comparaison des résultats de plages répétés et de corrosion.

ment approximatif d'après l'état des surfaces et des bords ; l'ordre par qualité décroissante est le suivant : 5, 6, 4, 7, 3, 8, 9, 1, 2 ; le plomb pur présente des craquelures, par suite d'une légère oxydation à la fusion, et se classerait seulement entre le n° 9 et le n° 1 ; il y a lieu de

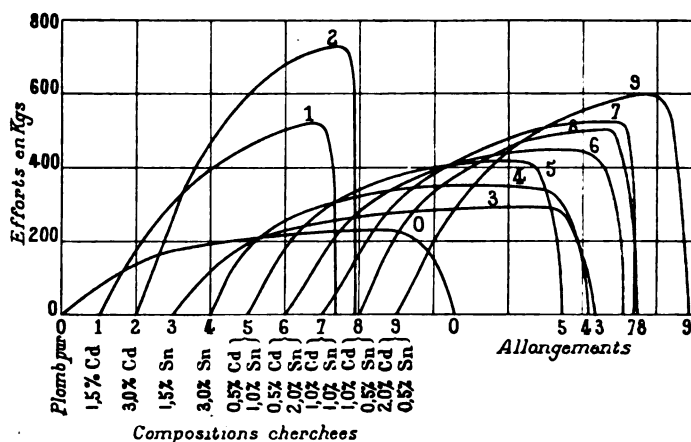


Fig. 4. — Courbes de traction comparées des alliages essayés.
(Section des éprouvettes : 150^{mm}).

remarquer à ce sujet l'influence heureuse des additions de cadmium agissant comme désoxydant.

Au point de vue fusibilité, les zones de fusion se situent approximativement comme il suit :

0	327°
1	320 à 315° environ
2	310 à 300° environ
3	Quelques degrés autour de 322°
4	— 315°
5	— 319°
6	— 316°
7	— 311°
8	— 318°
9	— 314°

Enfin, au point de vue corrosion, nous avons choisi les réactifs attaquant le plus vivement le plomb ; nous pouvons résumer comme il suit les résultats, d'après un dosage rapide des solutions et une application des dégagements gazeux.

Dans l'acide sulfurique à 65°, 5 B, les alliages ne présentent pas avec le plomb de différence sensible d'attaque.

Dans l'acide chlorhydrique concentré commercial, le cadmium seul donne une légère amélioration ; l'étain seul en amène une nettement plus importante, à condition de ne pas atteindre 3 % d'étain ; il est probable qu'il y a déjà non-miscibilité à cette teneur, d'où une accélération de la corrosion chlorhydrique ; avec tous les alliages ternaires essayés, les résistances sont bonnes, les meilleurs résultats étant obtenus avec les nos 5, 6 et 7.

Dans une solution d'acide azotique à 30 %, le cadmium n'a pas d'influence bien nette ; pour l'étain, même remarque qu'à propos de l'acide chlorhydrique ; les alliages ternaires donnent, là aussi, une sensible amélioration, surtout les nos 5, 6, 7 et 8.

Dans l'eau de Javel, le cadmium a peu d'influence ; les alliages binaires à l'étain et les alliages ternaires sont supérieurs ; les meilleurs sont les numéros 5 et 6.

Enfin, dans une solution sulfurée d'ammoniaque, le cadmium amène une légère amélioration, l'étain n'ayant pas d'influence sensible.

Conclusions. — On voit que, au point de vue des essais mécaniques :

1° Le cadmium seul amène une élévation rapide des résistances et de l'élasticité, mais une chute, rapide elle aussi, de la malléabilité ;

2° L'étain n'altère que très faiblement la malléabilité, mais il améliore bien peu les résistances et l'élasticité ;

3° Dans les alliages ternaires, les actions s'ajoutent et les propriétés de certains d'entre eux deviennent ainsi très intéressantes : le cadmium relève les résistances et l'élasticité, et l'abaissement de la malléabilité est freiné par l'étain ; la présence de l'étain est également obligatoire pour la non-oxydabilité du bain.

Au point de vue des vibrations, on sait que c'est la limite élastique qui régit la résistance à ce genre de sollicitations : c'est donc le cadmium qui joue le rôle prépondérant.

Quant aux améliorations de tenue à la corrosion, les alliages aux alentours de 0,75 % de cadmium et 1,5 % d'étain paraissent réunir les meilleures qualités.

Nous dirons donc que les résultats généraux optima sont obtenus avec la présence simultanée de cadmium et d'étain, les proportions pouvant être fixées à :

cadmium : 0,5 à 1 %,

étain : 1 à 2 %.

La teneur en étain doit rester sensiblement double de celle en cadmium ; la quantité totale d'additions est choisie dans les limites ci-dessus, suivant les propriétés générales désirées :

cadmium 0,5 et étain 1 %, pour des résistances et une élasticité moyennes avec une bonne malléabilité ;

cadmium 1 % et étain 2 %, pour des résistances et une élasticité élevées avec une malléabilité moyenne.

Notons d'ailleurs que, pour ces dernières teneurs, les allongements sont encore les deux tiers de ceux du plomb pur.

Comme contre-partie, au point de vue industriel, nous avons : d'abord, une légère augmentation du prix de revient ; ensuite une dépense de force plus considérable pour le filage, ce qui peut entraver la mise en application sur des presses trop faibles ; on doit cependant remarquer que les différences des résistances à l'écrasement des alliages par rapport à celle du plomb pur s'atténuent sensiblement à chaud.

Les services non rétribués rendus par l'administration allemande des P.T.T. dans le trafic postal (HOFER, *Verkehrs- und Betriebswissenschaft*, 25 juin 1927) (extraits). — En dépit des efforts nombreux, et d'ailleurs couronnés de succès, que l'administration des postes a tentés pour obtenir un rendement maximum à des tarifs minima, il paraît inexplicable que la poste traite à perte les correspondances mal ou insuffisamment adressées. Certes, on a bien des fois appelé l'attention des expéditeurs et des destinataires sur les objets dont la manutention est difficile et rend le service onéreux ; mais tous ces avis sont demeurés sans résultats. On les avait même menacés de les frapper d'une taxe spéciale, afin de dégrever justement la majorité des usagers de la poste. Cette menace étant demeurée lettre morte jusqu'à ce jour, nous persistons à croire que ces mauvaises pratiques seraient vite réprimées si l'on

surtaxait, dans des limites convenables, les correspondances dont l'adresse est mal libellée.

Nous avons évalué, pour Breslau seulement, l'importance du travail supplémentaire occasionné à la poste par les adresses incomplètes ou mal rédigées : Le bureau des rebuts occupe trois unités pendant 18 heures par jour. Ces agents traitent environ 1500 correspondances provenant soit des bureaux de tri soit des bureaux de quartier. Grâce à ses connaissances étendues et à une longue pratique, l'agent responsable parvient à en liquider immédiatement une bonne moitié. Sur les 600 ou 700 correspondances restantes, il en reste une centaine environ qu'il est impossible de diriger par les moyens ordinaires et qui demandent un examen méticuleux et délicat. Ce travail, consistant à examiner chaque jour 1500 lettres, non seulement présente le gros inconvénient de rester ignoré de l'expéditeur fautif, mais impose encore au trésor des frais supplémentaires, causés par les tentatives de remise et par les réexpéditions nombreuses qui en découlent.

Or ces 1500 correspondances journalières ne sont qu'une faible partie des objets mal adressés. Nous estimons à 15 % au moins le nombre d'objets parvenant sans indication du domicile du destinataire. Si l'on faisait le calcul du temps nécessaire aux agents chargés de la distribution pour rétablir les adresses, on serait effrayé des résultats obtenus. Citons, par exemple, les imprimés adressés à des médecins et qui, neuf fois sur dix, ne portent pas d'indication d'adresse.

Ne conviendrait-il pas, dans ces cas, d'inviter l'expéditeur à compléter ses suscriptions ou à payer le travail supplémentaire imposé au service postal ? On pourrait calculer la taxe à raison de 2 pfennigs par adresse. C'est d'ailleurs ce qui a été fait. Les résultats obtenus montrent que les expéditeurs reconnaissent que l'administration a droit à une rétribution supplémentaire pour le travail que lui donnent les objets incomplètement adressés.

En ce qui concerne les imprimés déposés en nombre, les adresses incomplètes sont, pour la plupart, dues à ce fait que les noms des destinataires sont extraits de listes ou d'annuaires ; l'expéditeur économise ainsi 10 pfennigs environ par adresse aux dépens de la poste. Pour les envois individuels, les adresses insuffisantes sont attribuables, la plupart du temps, à la négligence. Mais, dans les deux cas,

la perception d'une taxe supplémentaire au profit de la poste n'est pas moins justifiée. Si, par exemple, pour chacune des 1500 correspondances dont nous avons parlé, on percevait 5 pfennigs, les sommes récupérées s'élèveraient à 75 marcs par jour et couvriraient le salaire du personnel et les frais généraux du service des rebuts. Remarquez qu'il serait loisible à l'expéditeur qui ne peut indiquer l'adresse exacte de son correspondant, d'apposer sur son enveloppe une figurine de 5 pfennigs correspondant à l'indemnité de recherches. Pareille taxe (plus élevée pour les lettres recommandées) serait établie par les bureaux effectuant une réexpédition sur l'envoyeur. Ce procédé serait plus efficace que celui, utilisé actuellement par les Rebut, qui consiste à ouvrir la lettre. Les correspondances traitées ainsi recevraient une empreinte « Adresse complétée » ou « Expéditeur avisé ». Il n'en résulterait aucune difficulté pour le service. Au contraire, le mal dont on se plaint diminuerait sensiblement et le service serait allégé. Pour les imprimés, on percevrait 3 pfennigs pour compléter l'adresse.

En même temps que les expéditeurs de correspondances insuffisamment adressées bénéficient d'une trop grande tolérance de la part de l'administration, les agents éprouvent des embarras considérables en présence d'objets de correspondances (lettres, imprimés, échantillons) d'une forme exagérée ou peu maniables. Il n'existe, en effet, aucune disposition précise concernant la forme, les dimensions et la consistance des objets. La disposition prescrivant qu'ils doivent pouvoir se mettre en liasse est depuis longtemps perdue de vue, parce qu'elle est inapplicable, faute d'une réglementation précise. En 1925, le ministère des postes avait estimé que cette différenciation entre les objets encombrants et les autres, différenciation pouvant être accompagnée d'une augmentation de tarif, n'était pas opportune. Mais, depuis lors, le nombre des objets anormaux s'est tellement accru, que leur manutention cause une véritable gêne pour le service. Il faut ajouter à cela que beaucoup d'expéditeurs envoient leurs marchandises par lettres, ces marchandises excédant les dimensions prévues pour les échantillons. En ce moment, on peut dire qu'en moyenne les 62.000 objets de correspondance nous parvenant se répartissent en 30 sacs, et que certains destinataires en reçoivent un tel volume, que des sacs spéciaux doivent être confectionnés pour eux, nécessi-

tant le transport par automobile. Le tri, effectué pendant la nuit ou aux heures matinales, est également fort embarrassant, les tables et les casiers étant insuffisants. Quant aux facteurs, ils emportent souvent deux ou trois sacs supplémentaires, ce qui contrarie leur distribution normale. Il est donc nécessaire de fixer au plus tôt des limites de dimensions et de poids en vue de réprimer ces abus.

A notre avis, on devrait imposer aux diverses catégories de correspondances les dimensions maxima de $35 \times 15 \times 2^{\text{cm}}$, en maintenant les poids et les taxes actuelles. On créerait une catégorie d'objets de dimensions anormales qui pourraient atteindre $50 \times 30 \times 2^{\text{cm}}$, la taxe étant augmentée de 50 % avec taxe minimum de 40 pfennigs. Actuellement, nous avons compté qu'il se rencontrerait chaque jour au moins 150 envois correspondant à cette catégorie; ils procureraient au trésor un gain moyen de 10 pfennigs par objet. Les résultats pécuniaires ne seraient donc pas à négliger et permettraient d'améliorer le service.

Simplifications dans l'inscription des envois contre remboursement (HOLLENDER, *Verkehrs- und Betriebswissenschaft*, 26 novembre 1927) (extraits). — Le traitement des envois contre remboursement, au bureau de destination, nécessite un travail disproportionné avec les faibles recettes que procure le service. Actuellement, en Allemagne, chaque objet est inscrit au bureau d'arrivée, et cette inscription comporte au moins le numéro, le nom du destinataire et le montant du remboursement. Dans quelques cas, toutefois, on peut se passer d'inscrire le nom du destinataire, lorsque ce renseignement peut être fourni par ailleurs. Le mode de procéder actuel exige ainsi un certain degré d'attention qui n'est pas toujours compatible avec la hâte du service.

Nous allons indiquer une procédure plus simple, susceptible de présenter à peu près les mêmes avantages, et qui, en tous cas, peut procurer une économie sensible de temps, et, dans les grands bureaux, de personnel et, partant, d'argent.

Tout objet contre remboursement arrivant dans un bureau de postes (lettre ou paquet) recevrait à l'arrivée l'empreinte, en couleur, d'un timbre automatique qui le numéroterait suivant une série con-

tinue mensuelle. Le timbre automatique employé imprimerait, outre le numéro, la mention « Contre remb^t » et l'indication du bureau destinataire.

Dans les bureaux où le trafic est important, on pourrait adopter une série spéciale pour les lettres et une autre pour les paquets. On pourrait même différencier pareillement les objets contre remboursement à distribuer par le facteur de ceux à remettre au guichet.

Les timbres numéroteurs pourraient être conçus de manière à donner successivement deux empreintes du même numéro. La seconde empreinte serait apposée sur le mandat ou le mandat-carte.

La série des numéros serait continue pour tout le mois. A la fin de chaque journée, après que le dernier contre-remboursement aurait été pourvu de son numéro, on noterait sur un carnet spécial le dernier numéro employé. Cette inscription permettrait de vérifier à volonté le jour d'arrivée des objets contre remboursement, et l'empreinte du timbre à date deviendrait ainsi superflue. L'examen du numéro permettrait en outre de trouver sans peine le dernier jour pendant lequel les objets doivent rester en instance.

En ce qui concerne les objets à faire suivre ou à renvoyer à l'expéditeur, on tiendrait un carnet où ils seraient inscrits d'après leur numéro, avec mention du nom du destinataire, leur montant, et la direction reçue. Ce carnet compléterait le carnet spécial où seraient portés, chaque jour, les derniers numéros utilisés. Les envois contre remboursement « à suivre » (1) seraient signalés sur les carnets précités par la lettre N.

Le contrôle du trafic des objets contre remboursement serait, avec notre procédé, sensiblement plus facile qu'actuellement. Il consisterait à s'assurer, à l'exception des objets réexpédiés ou renvoyés, que la série des numéros est complète. Cette vérification se ferait en consultant les bordereaux d'encaissement, les carnets de distribution, et le carnet où sont portés les retours à l'expéditeur, les réexpéditions et les instances.

1. En Allemagne, les envois contre remboursements peuvent être considérés et traités comme des correspondances ordinaires, c'est-à-dire circuler sans être recommandés. Il y a une catégorie de contre-remboursements dits « mit Nachweis » (à suivre) qui correspond à notre recommandation.

L'appel par téléphone des automobiles de place, à Berlin (E. MERKEL, *Zeitschrift für Organisation*, 10 février 1927). —

L'organisation du service de l'appel par téléphone des automobiles de place, à Berlin, présentait toute une série de problèmes à résoudre. Une organisation semblable ne doit pas, en effet, avoir seulement pour objet d'établir des communications téléphoniques avec les stations de voitures ; elle doit encore s'inspirer des nécessités locales et des difficultés de la circulation. Il faut que les stations munies d'appareils soient réparties dans la ville d'une manière adéquate aux besoins du public et que les communications puissent être échangées rapidement, si l'on veut débarrasser les quartiers centraux des nombreux « maraudeurs » qui les parcourent, en particulier pendant les heures de la journée où la circulation est le plus intense. Le service des taxis exige encore que les stations ne soient pas trop distantes les unes des autres, afin que la partie du public qui, pour une raison quelconque, ne se sert pas du téléphone puisse se procurer facilement une voiture. Les moyens actuels permettaient-ils de satisfaire à ces nombreuses conditions ?

Les installations actuellement existantes en Europe sont, dans leurs lignes générales, envisagées comme de simples centraux d'appel, dans lesquels celui qui commande une voiture est mis directement en communication avec la station par l'intermédiaire du bureau central des appels d'autos (Stockholm), ou bien dans lesquels la demande en provenance du central est reçue par une opératrice qui la transmet ensuite au chauffeur (Hambourg et Budapest). Ces méthodes ne représentent pas ce qu'on peut appeler une division du travail.

L'étendue de Berlin, avec ses quelque 5000 rues et places et la longueur de certaines artères (en particulier des artères dites de dégagement, telles que la Frankfurter Allée, la Potsdamer Strasse, etc...), aurait exigé, des opératrices préposées au service des appels, des connaissances tout à fait exceptionnelles des lieux aussi bien qu'une mémoire prodigieuse. C'est pourquoi on a abandonné les méthodes rappelées ci-dessus, pour adopter une division en trois temps dans l'écoulement de la communication. A cette décomposition en trois temps, correspond une division des locaux en trois parties : la position A, la position B et la position C. Ces positions restent d'ailleurs en

relations constantes, au moyen de dispositifs mécaniques, tubes pneumatiques et courroies convoyeuses.

A la position A, parviennent les demandes de voitures faites par les abonnés au téléphone. L'appel est signalé par une lampe et il y est répondu par le simple abaissement d'un petit levier. A chaque poste de travail, se trouvent deux lampes d'appel et deux leviers, de manière à permettre, dans les moments d'encombrement, de doubler chaque opératrice.

La transmission matérielle des demandes s'opère mécaniquement. Celles qui émanent des abonnés parviennent à un appareil automatique qui, par un mécanisme ingénieux et sans aucune intervention, les porte à la position A. L'appareil automatique en question est combiné de manière à répartir également le travail entre toutes les opératrices.

La demande est inscrite sur une formule de couleur jaune quand il s'agit d'une demande à satisfaire immédiatement, de couleur rouge quand il s'agit de commandes à exécuter ultérieurement, à une heure déterminée. L'opératrice prend le nom, l'adresse et le numéro d'appel du demandeur et indique le nombre de personnes à transporter. La commande inscrite, ce qui prend en moyenne 30 secondes, l'opératrice frappe la fiche d'un timbre à date qui indique également l'heure et le numéro de l'opératrice. Au cours des opérations subséquentes, l'empreinte d'un timbre analogue est apposée par les opératrices de positions B et C, ce qui permet, par le simple examen des fiches, de déceler tout retard ou toute négligence.

L'opératrice de la position A confie la fiche ainsi remplie à un dispositif de boulisterie automatique, en l'espèce une bande convoyeuse qui circule devant elle d'une façon continue. Les fiches parviennent ainsi dans la salle B, où, grâce à un répartiteur mécanique comparable en petit à une installation de vagonnets dans une mine, elles sont distribuées à tour de rôle entre les postes occupés par des opératrices. Les postes inoccupés sont mis hors de circuit et laissés de côté par les vagonnets distributeurs.

Les opératrices de la position B n'ont pas à s'occuper de la réception des commandes par téléphone, et pas davantage de leur transmission aux colonnes destinées à recevoir les appels dans les stations de voitures. Elles remplissent le rôle de simples annotatrices chargées de

relier les demandeurs aux colonnes les plus rapprochées de leur domicile et d'annoter en conséquence les fiches qui leur parviennent. Chaque colonne est désignée par un numéro. Un répertoire des rues indique quelles sont les cinq colonnes les plus rapprochées du domicile du demandeur, dans l'ordre de leur proximité.

A chaque table de la position B, se trouve un tableau lumineux avec une lampe correspondant à chacune des colonnes publiques. Lorsqu'aucun chauffeur n'a mis sa clé spéciale dans la colonne dont il relève, en d'autres termes quand aucune véhicule n'est disponible, la lampe reste éclairée. Si l'opératrice de B trouve, pour satisfaire à la demande d'un client, les colonnes 100, 102, 103, 104, 105 et, son tableau lumineux consulté, constate que 100 et 102 n'ont aucune voiture en attente, elle indique les colonnes 103, 104 et 105 sur la fiche de commande. On évite ainsi les appels inutiles et les pertes de temps.

La fiche remplie par l'opératrice de B est confiée à une bande transporteuse, qui l'entraîne jusqu'à la table de répartition. De cette table, partent des tubes aboutissant à chacune des opératrices de la position C. A l'orifice de chaque tube correspondant à une opératrice, se trouvent des lampes de contrôle que l'opératrice de C peut allumer lorsqu'elle est encombrée accidentellement. L'employée répartitrice glisse directement la fiche dans une ouverture correspondant à une opératrice disponible et l'envoie en pressant sur un bouton qui déclanche la soufflerie. Les fiches rouges ne sont pas dirigées sur la position C mais sur le poste d'annotation.

L'opératrice de C appelle la première colonne indiquée par sa collègue de B et passe la commande. Chaque poste de la position C est reliée à chacune des colonnes. Le chauffeur, avant de recevoir la commande, énonce le numéro de sa voiture, et l'opératrice de C inscrit ce numéro sur la fiche.

Pour que la communication ait lieu, il est nécessaire que le chauffeur introduise préalablement, dans la colonne téléphonique, un jeton spécial. Le paiement est contrôlé par trois moyens différents ; par un compteur disposé sur la colonne même, par un signal acoustique, et enfin par l'allumage d'une lampe à la position C.

En vue d'obtenir des communications rapides et absolument

exemptes de difficultés, on a pourvu chaque poste de la position C des dispositifs suivants :

1^o *Contrôle des voitures* : Une lumière rouge indique à l'opératrice de la position C, lorsqu'elle introduit sa fiche dans le jack d'appel de la colonne correspondante, qu'il n'y a pas de voiture libre à la station ;

2^o *Contrôle « pas libre »* : Une lampe blanche s'éclaire lorsque l'opératrice introduit sa fiche dans le jack correspondant à une colonne occupée par une de ses collègues ;

3^o *Contrôle des paiements* : Une lumière verte signale à l'opératrice le moment où le chauffeur introduit son jeton dans l'appareil.

On avait fixé théoriquement à 2, à 1, et à 4 les coefficients de durée des opérations aux positions A, B et C respectivement. La pratique a entièrement confirmé ces chiffres. L'écoulement normal d'une demande exige, depuis le moment où l'abonné appelle jusqu'au moment où sa commande est transmise au chauffeur, d'une minute à une minute et demie.

La demande une fois transmise comme nous venons de le dire, la fiche est pourvue de l'empreinte du timbre horaire et jetée dans une glissière, d'où elle tombe sur une courroie convoyeuse qui la conduit au service des rentrées. Dans le service des rentrées, se trouve un meuble de classement comprenant autant de cases qu'il y a de tranches de 10 minutes, et qui peut servir pendant toute une semaine. Les fiches qui rentrent sont, toutes les 10 minutes, timbrées et mises dans la case correspondante. Ainsi la personne qui a utilisé une voiture peut, pendant huit jours, retrouver, par ce moyen, le chauffeur qui l'a transportée. De cette manière, on peut éviter les conséquences des oublis et faciliter les recherches de la police, en cas de crimes, de vols ou d'accidents.

Toute personne désirant une voiture à une date et à une heure déterminées, mais ne possédant pas de poste téléphonique pour faire sa commande, peut néanmoins recevoir satisfaction. L'opératrice de la position A remplit, dans ce cas, une fiche rouge. Cette fiche rouge n'est pas envoyée à la position C : elle est transmise par tube au service des instances, où elle est classée dans un meuble spécial, comportant, comme le meuble des rentrées, de petites cases correspondant à des

tranches successives de 10 minutes. A chaque case, se trouve une lampe signal. Toutes les 10 minutes, retentit un bref appel en même temps que s'éclaire la lampe correspondant à la case à liquider. Le meuble est relié au système électrique d'horlogerie qui règle les timbres à date. Les fiches venues à échéance sont envoyées par tube au poste répartiteur, où elles sont traitées dans la forme habituelle.

Pour indiquer au poste central téléphonique qu'une station d'automobiles est occupée et en état de recevoir des commandes, les chauffeurs en attente doivent introduire la clé dont ils sont chacun munis, dans une des trois serrures spéciales qui sont disposées sur l'appareil. Nous savons par quel signal cette opération se traduit au central. Chaque appareil est muni de deux écouteurs, suspendus à deux câbles contenus dans une gaine métallique souple. Ces écouteurs s'adaptent parfaitement aux oreilles et procurent une excellente audition, même dans les rues très bruyantes.

Les jetons que les chauffeurs doivent introduire dans l'appareil avant de recevoir la commande, rappellent les jetons utilisés pour le téléphone, mais sont un peu plus grands. Les boîtes qui les reçoivent ne sont pas vidées sur place. On leur substitue des boîtes vides et on les apporte, plombées, au central. Là, une machine Batdorf à compter la monnaie met les jetons en rouleaux automatiquement. Au moment où l'on vide le kiosque, on prend le chiffre indiqué par le compteur. Ce chiffre est ensuite pointé avec celui qui est accusé par le contenu de la boîte. Il est tenu une statistique de rendement pour chaque kiosque.

INFORMATIONS.

Inauguration du second bureau téléphonique automatique de Londres (d'après la revue *Telephony* du 7 avril 1928).

— Bishopsgate, tel est le nom du second bureau téléphonique automatique qu'on vient d'installer à Londres et qui a été ouvert au service le 3 mars de cette année. Situé Little Pearl street, à quatre kilomètres environ du bureau automatique « Holborn », le nouveau central « Bishopsgate », comme « Holborn », comporte l'équipement Strowger nécessaire pour travailler en liaison avec le bureau « Mechanical Tandem » pour les relations avec les bureaux manuels éloignés.

Le bureau de Bishopsgate est actuellement équipé pour 8.000 lignes ; son extension est prévue jusqu'à une capacité limite de 10.000 lignes. C'est un bureau directeur, dont l'équipement général ressemble à celui du central Holborn.

Il possède 195 « directeurs », combinaisons d'organes Strowger ayant pour fonction de « diriger » un appel avant la sélection finale de l'abonné demandé.

Comme à « Holborn », la sélection est à sept chiffres, les trois premiers chiffres correspondant aux premières lettres du nom des bureaux, les quatre autres chiffres désignant l'abonné à l'intérieur de son bureau d'attache. Les présélecteurs comportent une position de repos, et quand un abonné décroche son récepteur pour effectuer un appel, les frotteurs du présélecteur associé à sa ligne abandonnent leur position de repos et tournent sur le banc de broches jusqu'à ce qu'ils trouvent une ligne auxiliaire aboutissant à un premier sélecteur de bureau libre et au chercheur de directeur (du type commutateur rotatif) qui lui est associé.

Les frotteurs de ce commutateur, en tournant, cherchent une jonction aboutissant à un sélecteur de directeur « A » libre, qui transmet le signal vibré de numérotation à l'abonné demandeur, indiquant à ce

dernier qu'il peut manœuvrer son cadran d'appel pour composer le numéro désiré.

En plus des chiffres 0 à 9, les cadrans des abonnés de Londres portent les lettres de l'alphabet disposées par groupes de trois lettres différentes, chaque groupe coïncidant avec un chiffre différent. Pour appeler, l'abonné manœuvre son disque en plaçant son doigt, d'abord et successivement sur les trois lettres formant l'indicatif du bureau central (en général les trois premières lettres du nom de ce bureau), puis, successivement, sur les quatre chiffres constituant le numéro de l'abonné demandé dans ledit bureau. Ainsi, un abonné rattaché à Bishopsgate désirant appeler un autre abonné relié à ce même bureau formerait en manœuvrant son disque la combinaison B, I, S, suivie des quatre chiffres constituant le numéro proprement dit de l'abonné demandé.

Pour mieux faire comprendre la progression de la mise en communication, supposons que le numéro demandé soit BISHopsgate 1657. En « manœuvrant » le « B » l'abonné transmet en réalité deux impulsions de courant, car la lettre « B » coïncide avec le chiffre « 2 » du cadran.

Revenons au sélecteur de directeur « A », les deux impulsions correspondant à la lettre B auront pour effet d'élever les frotteurs jusqu'au second niveau. Dès qu'ils ont atteint ce niveau, les frotteurs se mettent à tourner jusqu'à ce qu'ils aient établi la connexion avec une ligne auxiliaire aboutissant à un directeur libre.

En envoyant la seconde lettre I, on transmet quatre impulsions de courant puisque la lettre I coïncide sur le cadran avec le chiffre « 4 ». Ces quatre impulsions agissent sur le sélecteur B.C. du directeur et provoquent l'ascension de ses frotteurs jusqu'au quatrième niveau.

La troisième lettre S coïncidant avec le chiffre 7, la manœuvre correspondante du cadran se traduit par l'envoi de sept impulsions qui font tourner les frotteurs du sélecteur BC jusqu'au septième rang de broches sur le quatrième niveau.

Les chiffres suivants, 1, 6, 5, 7 correspondant à l'abonné de Bishopsgate désiré, sont enregistrés successivement sur des commutateurs enregistreurs de chiffres faisant partie du directeur.

Sitôt après la manœuvre du cadran, correspondant à la dernière

lettre **S** de l'indicatif du bureau, le directeur commence à envoyer une série d'impulsions afin d'assurer la progression de la mise en communication.

Dans l'exemple donné, un abonné de Bishopsgate appelant un autre abonné de ce même bureau, il suffit d'une seule impulsion du directeur pour acheminer l'appel. Cette impulsion actionne le premier sélecteur de bureau primitivement saisi par le présélecteur de l'abonné appelant et elle élève les frotteurs de ce sélecteur jusqu'au premier niveau sur lequel ils tournent automatiquement pour trouver une ligne auxiliaire aboutissant à un premier sélecteur numérique libre.

Les chiffres enregistrés 1, 6, 5 7, sont alors transmis par le directeur qui actionne successivement le premier et le second sélecteurs numériques et le connecteur, prolongeant ainsi la connexion jusqu'aux broches de l'abonné désiré.

L'appel de l'abonné demandé et le retour d'appel au demandeur sont commandés par le connecteur et, aussitôt que le directeur a achevé de transmettre le numéro enregistré, il est libéré, en même temps que le sélecteur de directeur « A » auquel il est associé, il se trouve aussitôt disponible pour de nouveaux appels.

Il n'est pas possible à un abonné d'immobiliser indéfiniment un directeur soit par inexpérience, soit par malveillance. Si la manœuvre du cadran n'est pas achevée au bout d'un temps déterminé, le directeur et le sélecteur de directeur « A » sont automatiquement libérés et un signal spécial (numéro non raccordé) est renvoyé au demandeur.

Dans le cas d'appels provenant d'abonnés de Bishopsgate et destinés à des abonnés rattachés à d'autres bureaux automatiques de Londres (Holborn), la manœuvre du cadran et la progression de l'appel sont les mêmes que pour un appel local, sauf que l'acheminement de l'appel par le directeur (acheminement qui succède à la numérotation sur le cadran de la troisième lettre du nom du bureau demandé) se fait par le premier et, le cas échéant, par le second et le troisième sélecteur de bureaux installés à Bishopsgate, via le répartiteur intermédiaire et le répartiteur principal, pour atteindre enfin le bureau désigné. Si, pour réaliser la liaison, certaines communications de départ doivent être acheminées sur le bureau « Mechanical Tandem », une sélection nouvelle oriente l'appel sur sa destination, la

transmission des impulsions, nécessaires pour diriger cet acheminement, est effectuée par le directeur du bureau d'origine, c'est-à-dire à Bishopsgate.

Dans le cas d'appels provenant du bureau automatique de Bishopsgate et destinés à des bureaux manuels de Londres, l'abonné de Bishopsgate procèdera à la manœuvre du cadran d'appel absolument comme dans les cas précédents. Il enverra d'abord les trois premières lettres du nom du bureau désiré, puis les chiffres successifs dont se compose le numéro de l'abonné demandé dans ledit bureau.

A Bishopsgate, les impulsions commandées par le cadran de l'abonné exercent sur les organes successifs jusqu'aux sélecteurs de bureaux des actions analogues à celles précédemment décrites. Quand, cependant, les sélecteurs de bureaux ont obéi aux impulsions représentant l'indicatif du bureau demandé, un répéteur est mis en circuit (ces répéteurs font partie de l'équipement des lignes auxiliaires se dirigeant vers les bureaux manuels avec positions à indicateurs lumineux d'appels).

Associé au répéteur, est un chercheur d'enregistreurs-traducteurs (commutateur rotatif) qui, lorsque le répéteur est saisi, cherche une jonction conduisant à un enregistreur-traducteur libre. Les impulsions correspondant au numéro de l'abonné sont transmises, par le répéteur, à l'enregistreur-traducteur qui les retransmet, sous forme d'émissions de courant positif et négatif, à l'appareil récepteur du bureau manuel correspondant. Là, elles sont traduites et le numéro de l'abonné appelé apparaît sur une position d'opératrice à indicateur lumineux d'appel ; cette opératrice complète la connexion en enfichant un monocorde dans le jack général de l'abonné demandé.

C'est tout ce qu'il y a d'essentiel à dire au sujet des communications échangées entre les abonnés de Bishopsgate ou demandées par les abonnés de ce bureau.

En ce qui concerne les communications destinées à des abonnés de Bishopsgate et demandées par des abonnés rattachés à des bureaux manuels de Londres, les appels sont traités, soit à Bishopsgate même par des opératrices desservant 25 positions semi-B installées à l'étage supérieur qui comporte également 38 positions A spéciales, soit via le bureau « Mechanical Tandem ».

L'abonné manuel désirant communiquer avec un numéro de Bishopsgate en informe, selon la méthode usuelle, l'opératrice A de son propre bureau d'attache. Cette opératrice communique la demande par une ligne d'ordre aboutissant à une position semi-B à Bishopsgate. Ici, l'opératrice semi-B désigne à sa collègue la ligne auxiliaire à utiliser pour compléter la liaison et abaisse la clé d'assignation correspondante.

Cette dernière opération a pour effet d'actionner le chercheur de ligne auxiliaire et le chercheur d'envoyeur (commutateurs rotatifs) qui se mettent à tourner et choisissent des jonctions aboutissant respectivement au groupe de relais de la ligne assignée et à un envoyeur libre.

Le scintillement de la lampe d'assignation avertit l'opératrice semi-B qu'elle dispose d'un envoyeur libre ; l'opératrice réalise aussitôt la connexion en abaissant successivement sur son clavier les clés correspondant aux chiffres du numéro demandé.

Les impulsions ainsi transmises sont reçues dans l'envoyeur qui les retransmet au premier et au second sélecteurs numériques et au connecteur installés au bureau de Bishopsgate ; la liaison se trouve ainsi complétée ; le retour d'appel est envoyé à l'abonné demandeur.

Aussitôt que l'envoyeur a fini de transmettre les chiffres actionnant les sélecteurs successifs, il redevient disponible pour de nouveaux appels, en même temps que tous les organes de la position semi-B avec lesquels il était associé.

L'installation de Bishopsgate comprend 56 envoyeurs et 78 enregistreurs-traducteurs. Ces derniers appareils desservent les lignes auxiliaires reliées directement aux bureaux manuels, et traitent, de la manière décrite plus haut, les appels de l'automatique vers le manuel.

BIBLIOGRAPHIE.

Principles of radio-communication, par J. H. MORECROFT ;
2^e édition. Londres, Chapman and Hall, 1927. 1 vol. grand in-8°
de xiv + 1000 pages, avec 830 figures. — Prix (relié en toile) :
37 /6.

Ce livre est une 2^e édition, complètement remaniée, du livre paru en 1921.

C'est un ouvrage d'ensemble qui expose, à partir des notions élémentaires de l'électricité, les propriétés des courants alternatifs et leur application à toutes les branches de la technique radio-électrique.

Néanmoins, dans cette 2^e édition, vu l'abondance des matières nouvelles qu'il a été nécessaire d'incorporer à l'ouvrage pour le tenir au courant des progrès récents, l'auteur a été obligé de réduire au minimum le chapitre relatif à la télégraphie en ondes amorties, technique qui tend d'ailleurs à disparaître et ne sera plus utilisée bientôt que pour les communications de secours en mer.

De même, afin de ne pas allonger le texte outre mesure, les chapitres sur les mesures et les essais en haute fréquence ont dû être supprimés ; mais l'auteur se propose de les remettre à jour et de les réunir dans un volume séparé, qui aura certainement le même succès que le présent ouvrage.

Comme le titre l'indique, le livre n'est ni un cours de construction d'appareils radio-électriques, ni un cours théorique sur les ondes électromagnétiques, mais un exposé général des propriétés des circuits et des appareils employés dans la technique des radio-communications.

La plus grande simplicité est toujours recherchée par l'auteur dans les démonstrations, et un grand usage est fait des études expérimentales et des graphiques.

Les théories mathématiques des phénomènes complexes, tels que l'effet de peau, la propagation des ondes, sont laissées de côté, et les formules utiles établies de manière élémentaire ou données sans démon-

tration après une explication qualitative *très claire* du phénomène.

La première édition de cet ouvrage est devenue classique aux États-Unis ; nul doute que cette nouvelle édition ne reçoive le même accueil de la part du public qui s'intéresse aux progrès de la technique radioélectrique,

J.-H. G.

Electrical Engineering Economics, par D. J. BOLTON. 1 vol. in-8° de 305 pages. London, Chapman & Hall, 1928.

Cet ouvrage, très intéressant et original, est une étude de la production et de l'emploi de l'électricité au point de vue économique. On voit de temps à autre, dans les revues techniques, un article signalant l'avantage économique de telle machine ou de tel procédé particulier ; la question du facteur de puissance a ainsi été discutée particulièrement à fond. L'auteur s'est proposé de grouper les questions de ce genre en un exposé didactique et cohérent,

La première partie de son ouvrage rappelle les principes généraux de l'économie industrielle : capital, intérêt et amortissements, production. Des notions tout à fait classiques et mainte fois exposées prennent ici un aspect beaucoup plus net et plus intéressant, du fait qu'elles sont illustrées par des exemples simples pris dans l'industrie électrique. La deuxième partie traite des problèmes concrets que pose le choix du matériel électrique : loi de Kelvin pour les câbles, choix entre les différents types de moteurs, transformateurs, lampes d'éclairage. La troisième partie traite des problèmes que pose la distribution et la vente au public de l'énergie électrique : facteurs de charge, de diversité, de puissance et tarifs correspondants. Toutes ces questions s'éclairent remarquablement les unes par les autres et ont pour l'ingénieur électricien, même et surtout s'il n'est pas chargé d'établir des tarifs, le plus grand intérêt éducatif.

P.L.C.

La technique du bobinage des machines électriques (dynamos, alternateurs, moteurs, transformateurs), par R. BARDIN. Paris, Desforges, Girardot et C^{ie}, 1928. 1 vol. in-16 de 72 pages, avec 36 figures. — Prix : 6 francs.

Petit manuel donnant le détail des principaux bobinages industriels.

Introduction à la physique des rayons X et gamma, par M. et L. DE BROGLIE. Paris, Gauthier-Villars, 1928. 1 vol. in-8° de 201 pages.

On peut faire confiance aux auteurs de ce livre, qui se sont placés sur ce que l'on pourrait appeler sans injustice leur domaine propre. L'un a à son actif toute une longue série d'admirables travaux de spectroscopie des hautes fréquences ; l'autre a, le premier, résolu l'antinomie entre la physique du continu et la physique des quanta, en posant dans sa thèse les fondements de cette mécanique ondulatoire qui connaît en ce moment un si brillant succès. Ils ont « cherché surtout à faire ressortir les caractères les plus saillants d'un côté particulièrement suggestif de la physique et à indiquer comment ceux-ci tendent à modifier profondément les conceptions classiques de la structure de la lumière » (préface). Nul doute qu'ils n'aient parfaitement réussi. L'expérience de Davisson et Germer, postérieure à leur rédaction et décrite par eux en appendice au cours de la correction des épreuves, a apporté à leurs vues la confirmation la plus frappante (1). Ce livre est, en somme, l'exposé du substratum physique de la théorie nouvelle ; il mérite une étude approfondie. P.L.C.

1. Voir, sur l'expérience de Davisson et Germer, l'article intitulé *Diffraktion d'un faisceau d'électrons* dans le numéro de juin dernier des *Annales des P.T.T.* (p. 513).

Le gérant :

HENRI DÉVÉ.

LES BASES ET LES CONSÉQUENCES DE LA THÉORIE DE LA RELATIVITÉ,

par Charles NORDMANN,
astronome à l'observatoire de Paris.

(Suite.) ⁽¹⁾

Messieurs,

Je vous ai exposé rapidement, vendredi passé, les bases de la théorie de la relativité. Je vous ai montré que toute cette première partie de la théorie était fondée sur les lois particulières de la transmission de la lumière, qui ne sont pas celles qu'admettait la science classique. Je suis arrivé notamment, à la fin de ma conférence, vous vous en souvenez peut-être, à cette conclusion que, pour un observateur en mouvement, les objets ne gardent ni leur forme ni leurs dimensions du repos et qu'ils subissent une contraction apparente dans le sens du mouvement de l'observateur. Cette contraction est d'autant plus forte que la vitesse de l'observateur est plus grande. Ce rapport est donné par la formule de Lorentz, qui est celle-ci : la longueur d'un objet, vue par un observateur en mouvement, est égale à :

$$l \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{V^2}}$$

(v = vitesse de l'observateur, et V = vitesse de la lumière).

Il résulte de cette formule que, pour arriver à des différences qui soient observables, il faudrait des vitesses extrêmement considérables : il faudrait une vitesse de 260.000 kilomètres à la seconde environ pour que la longueur apparente fût diminuée de moitié.

Il n'en est pas moins vrai qu'observables ou non ces phéno-

1. Conférence faite à l'Ecole professionnelle supérieure des postes et télégraphes le 16 novembre 1927.

mènes sont certains, étant donné les lois de la propagation de la lumière. Par conséquent, pour un observateur animé d'une vitesse fantastique, un carré ne paraîtra plus carré : il paraîtra aplati, deviendra rectangulaire ; une sphère deviendra un ellipsoïde. Un aviateur animé d'une vitesse fantastique telle qu'on ne la réalisera pas de longtemps et qui couperait une route sur laquelle chemineraient des bestiaux bien gras, verrait les bestiaux très maigres. On pourrait multiplier les exemples familiers de ce genre. Donc la vitesse diminue la longueur apparente des objets.

La vitesse a également, comme Einstein l'a montré, une influence sur la durée des phénomènes, sur l'intervalle de temps qui sépare deux événements. Je vais vous le démontrer d'une manière extrêmement simple.

Qu'est-ce qu'une seconde ? Une seconde est, par définition, la durée d'oscillation d'un certain pendule d'une certaine longueur en un certain endroit, qui bat la seconde ; mais cette définition est



Fig. 1.

grossière et ne peut pas avoir grande précision. La meilleure définition qu'on puisse donner de la seconde est de dire que c'est le temps que met la lumière à parcourir 300.000 kilomètres. Dans ces conditions, on pourra définir la durée d'une seconde par la durée du trajet d'un rayon lumineux aller et retour entre deux miroirs. Un rayon lumineux, qui va et revient entre deux miroirs parallèles dont la distance est de 50 centimètres, aura un trajet qui sera égal à un mètre, et je définirai par mon appareil un 300 millionième de seconde, puisque la lumière parcourt 300.000 kilomètres à la seconde.

Imaginons maintenant un observateur en mouvement qui est muni de deux miroirs identiques aux miens. Il se déplace de gauche à droite. Le rayon lumineux part du miroir du bas et rejoint l'autre miroir. Or, pendant que le rayon lumineux avance, les miroirs se déplacent. Par conséquent, le rayon lumineux est en diagonale par

rapport aux miroirs. Pendant le trajet de retour, les deux miroirs se déplacent de nouveau. Je vais donc voir mon rayon lumineux marcher en diagonale pour rejoindre le second miroir (fig. 1).

Je vois donc que le trajet du rayon lumineux, pour l'observateur en mouvement, est plus grand que le trajet des rayons lumineux pour l'observateur au repos. Par conséquent, la durée d'une seconde, définie par les mêmes appareils, par le même moyen et par le même procédé, est plus grande pour un observateur en mouvement que pour moi qui suis au repos.

Il s'ensuit que, sur un système en mouvement, les phénomènes paraissent ralentis et prolongés. Cela paraît fantastique, mais ce sont des conséquences absolument certaines de la théorie de la relativité.

Autrement dit, j'imagine deux observateurs qui vivent tous les deux 50 ans à une seconde près. Si le deuxième observateur se met en mouvement, pour moi, qui suis à côté du premier, il me paraîtra vivre plus longtemps que l'observateur au repos. Tous les phénomènes sont ralentis, ou du moins paraissent ralentis, sur un système en mouvement.

La réciproque est d'ailleurs parfaitement vraie. L'observateur qui est dans le système des miroirs mobiles verrait les apparences inverses, et pour lui ma seconde paraîtrait ralentie. Il y a réciprocity complète dans ces effets.

Je prends un autre exemple. Je suppose que je sois en train de fumer un cigare dont la combustion dure exactement 5 minutes. Je fume une boîte de cigares parfaitement identiques avec un ami qui fume le même cigare ; les deux cigares sont achevés en même temps. Mais, si l'ami prend ce cigare et part dans un avion animé d'une vitesse extrêmement grande, quand j'aurai fini mon cigare, je verrai que le sien n'est pas encore fini.

Voilà les résultats paradoxaux mais certains auxquels on arrive dans la théorie de la relativité. Arrivés à ce point, nous voyons que cette théorie a surtout fait œuvre de démolition. On croyait jusqu'alors qu'il y avait quelque chose de fixe qui s'appelait l'espace, et une autre chose fixe qui s'appelait le temps ; mais on s'aperçoit que le temps est une chose extrêmement vague et relative, qui dépend de la vitesse, tout comme l'espace.

Si Einstein s'était borné à faire cette œuvre de démolisseur, ce serait très bien, car la critique est utile, mais enfin il n'aurait pas fait l'œuvre si importante qu'il a accomplie et dont il nous reste à parler. N'y a-t-il donc rien de fixe, rien de stable ? Je vais vous montrer maintenant, au contraire, que nous aboutissons, par ces prémices, par ces démolitions, si j'ose dire, à un résultat qui est quelque chose, au contraire, de très fixe, de très net.

Considérons l'intervalle entre deux événements donnés ; considérons, par exemple, le passage d'une locomotive très rapide à une station et ensuite à une autre station. Ce sont là deux *événements* : le passage de la locomotive par la première station à un certain moment et son passage par la deuxième station à un autre moment. Il résulte de ce que je viens de vous rappeler que, pour les passagers de la locomotive, la distance *dans l'espace* des deux stations est plus petite que pour un observateur au repos. Il en résulte également que, pour ces mêmes passagers, la distance *dans le temps* qui sépare les passages par les deux stations est également plus petite si on l'exprime en secondes, puisque la seconde a été allongée. Autrement dit, l'intervalle dans le temps et l'intervalle dans l'espace de deux phénomènes, de deux *événements*, paraissent tous deux ralentis par l'effet de la vitesse. Plus la vitesse de l'observateur est grande, plus les deux phénomènes sont ralentis.

Or le calcul, que l'on fait très facilement en utilisant la fameuse relation de Fitz-Gerald et Lorentz que je rappelais tout à l'heure, nous donne ce résultat : Considérons, si vous voulez, la distance dans l'espace de deux événements donnés et leur distance dans le temps, cette distance dans le temps étant à l'échelle, de telle manière qu'une seconde

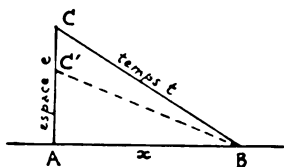


Fig. 2.

représente 300.000 kilomètres. Le calcul montre que, lorsque la vitesse de l'observateur augmente, ces deux quantités diminuent ; mais leurs valeurs respectives sont telles, que quelque chose reste constant. Ce quelque chose, c'est l'un des côtés du triangle rectangle que l'on construit sur l'espace et sur le temps.

Autrement dit, j'ai ici pour une certaine valeur de la vitesse

de l'observateur, l'espace AC (fig. 2) et le temps BC qui séparent deux événements donnés ; pour une vitesse plus grande, j'aurai la valeur AC' de l'espace et la valeur BC' pour le temps ; il y a quelque chose qui reste constant : c'est le troisième côté du triangle rectangle construit sur l'espace, avec le temps comme hypoténuse. Autrement dit, si nous appelons la base x , nous avons :

$$e^2 + x^2 = l^2,$$

ou :
$$l^2 - e^2 = x^2.$$

Il y a quelque chose qui reste constant : c'est cette quantité x qu'Einstein a appelée l'*intervalle*. C'est un conglomérat du temps et de l'espace qui, numériquement et mathématiquement, s'exprime ainsi par des formules, et cette quantité qu'on appelle intervalle de deux phénomènes est une chose qui reste constante, de sorte que la théorie de la relativité, si elle nous a montré que le temps est relatif et que l'espace est également relatif, nous montre aussi qu'il y a quelque chose d'absolu, qui est la quantité que nous venons de définir, et que nous appelons *intervalle*.

Nous allons arriver à la partie la plus intéressante, la partie constructive de la théorie de la relativité.

Nous avons déjà vu qu'on ne peut rien ajouter à la vitesse de la lumière. Je vous ai dit que cette loi était contraire à la mécanique ordinaire, qui veut que $v = v' + v''$. Nous avons vu que c'était faux pour la lumière, et l'on a établi que la loi ordinaire n'est plus vraie pour les grandes vitesses, qu'elle est un cas particulier d'une loi générale de la cinématique einsteinienne qui est la suivante :

$$v = \frac{v' + v''}{1 + \frac{v' v''}{V^2}},$$

V étant la vitesse de la lumière.

Il est facile de voir que, pour de très petites valeurs des vitesses, les valeurs de la mécanique ordinaire, auxquelles on a affaire en automobile, dans l'aviation ou les chemins de fer, et même en balistique, le produit $v' v''$ est très petit, par conséquent s'annule pratiquement, et nous retrouvons, pour les petites vitesses, la loi ordinaire d'addition des vitesses. Mais, pour des valeurs très grandes

des vitesses, il n'en est plus de même, et l'on voit, par exemple, que, dans le cas limite où deux vitesses s'ajouteraient, qui seraient égales à la vitesse de la lumière, le résultat est la vitesse de la lumière elle-même. Rien ne peut dépasser la vitesse de la lumière. On a constaté, par une recherche non plus théorique mais expérimentale, qu'il n'y a pas de vitesse supérieure à la vitesse de la lumière.

Voilà donc la nouvelle loi de la cinématique. Einstein a montré que les différentes lois de la mécanique doivent subir une modification analogue, qui a pour résultat de mettre d'accord les lois de l'optique et les lois de la mécanique, entre lesquelles il semblait exister une contradiction qu'Einstein a ainsi levée.

Prenons, par exemple (c'est encore un cas très au-delà des réalités et des possibilités matérielles que nous avons entre les mains), prenons le cas de deux vitesses de 100 kilomètres à la seconde. Imaginons un train ayant une vitesse de 100 kilomètres à la seconde, sur lequel se trouve un canon qui lance un obus avec une vitesse, supposée constante, de 100 kilomètres. La vitesse de l'obus, pour un observateur immobile, ne sera pas de 200 kilomètres, mais de $199^{\text{km}},999998$ à la seconde. Autrement dit, il s'en faudra 2 millimètres que la vitesse d'un obus d'un canon tirant à 100 kilomètres, vitesse initiale, porté lui-même par un train à la vitesse de 100 kilomètres à la seconde, n'atteigne 200 kilomètres.

Pour les cas pratiques et concrets auxquels nous avons affaire, où les vitesses sont inférieures de beaucoup à 100 kilomètres à la seconde, la différence est encore plus petite. Mais alors, me direz-vous, comment a-t-on pu vérifier cette loi ?

Il est vrai que les objets ordinaires ont de faibles vitesses : les obus les plus rapides n'ont pas une vitesse initiale de plus d'un kilomètre à la seconde ; la terre elle-même tournant autour du soleil, qui est le plus rapide de tous les objets mobiles que nous connaissons, n'a qu'une vitesse de 30 kilomètres à la seconde. Mais nous avons entre les mains des projectiles beaucoup plus rapides : ce sont les projectiles des rayons cathodiques. Vous savez ce que sont les rayons cathodiques ; je ne veux pas vous les expliquer longuement ; mais, en deux mots, les rayons cathodiques sont constitués par un bombardement de petites particules, obus minuscules,

chargées d'électricité négative, que l'on produit dans des tubes à vide, au moyen d'un champ électrique. Les rayons cathodiques ont des vitesses très grandes, de 100.000, 120.000, 150.000, jusqu'à près de 300.000 kilomètres à la seconde.

Considérons donc un champ électrique dans lequel nous produisons des rayons cathodiques. Ces rayons sont émis avec une vitesse de 100.000 kilomètres à la seconde, si vous voulez. Dans un champ de force constant, par conséquent, leur vitesse doit s'accélérer, mettons de 10.000 kilomètres par seconde la première seconde, de 20.000 kilomètres par seconde dans la seconde seconde, etc..., à première vue ils reçoivent un mouvement uniformément accéléré. Mais tel n'est pas le cas. On a pu évaluer, par des méthodes très précises, les vitesses des rayons cathodiques, et l'on a constaté que les accroissements des vitesses ne s'ajoutent pas ainsi. Ils subissent eux-mêmes une diminution, comme je viens de l'indiquer tout à l'heure, qui correspond exactement, très exactement, à la nouvelle loi de l'addition des vitesses. Nous avons ainsi une première vérification, par l'étude des rayons cathodiques, de la loi de la relativité.

Mais nous arrivons maintenant à quelque chose de beaucoup plus important : ce sont les théories nouvelles que la théorie de la relativité nous a données de celui qui, de tous les phénomènes de la nature, est peut-être le plus important : la gravitation.

Newton, qui a fondé la mécanique classique et la gravitation, les a fondées comme des sciences distinctes. L'enseignement classique nous dit qu'il n'y a aucune relation entre la gravitation et la mécanique ordinaire, et, dans les grandes écoles, les universités, on les enseigne séparément. Le génie d'Einstein a réussi à fondre ces deux sciences en une seule, et il a montré que la gravitation universelle et la mécanique ordinaire ne sont que les deux branches d'un même arbre, si j'ose ainsi m'exprimer. Je vais vous donner une idée un peu écourtée sur cette chose qui mériterait un développement beaucoup plus long, mais qui le serait trop pour une conférence.

La loi de Newton déclare que les corps s'attirent proportionnellement à leur masse et inversement au carré de leur distance. Cette loi n'est qu'un résumé d'une loi de Kepler qui donne des rela-

tions connues entre les temps de révolution des astres autour du soleil et les espaces parcourus par ces astres et leurs rayons vecteurs. Autrement dit, la loi de Newton exprime des relations entre les espaces et les temps qui interviennent dans les révolutions des astres. Mais de quels espaces s'agit-il ? Quand je parle de la distance de la terre au soleil, qu'est-ce que je veux dire ? Est-ce la distance de la terre vue par un observateur immobile sur le soleil ou vue par un observateur sur la terre ? Selon le point de départ, les distances ne seront pas les mêmes, d'après ce que je vous ai dit. En admettant que je parle de la distance telle qu'elle est vue et mesurée par un observateur terrestre, elle ne sera pas la même lorsque la terre est au périhélie que lorsqu'elle est à l'aphélie ; par conséquent la distance, telle qu'elle intervient dans la loi de Newton, est une notion imprécise et vague.

Il en est de même de la notion du temps. Quand je parle du temps, de la révolution de la terre autour du soleil, s'agit-il d'un observateur sur le soleil, sur la voie lactée, sur une étoile donnée, sur la terre ou sur une autre planète ? Dans ces divers cas, les temps ne seront pas les mêmes, ainsi que je vous l'ai démontré ; par conséquent, *a priori*, il y a quelque chose dans la loi de Newton qui est imparfait et vague. Cela résulte de tout ce que je viens de vous dire, et, si cette loi s'est cependant trouvée vérifiée dans presque tous les cas jusqu'ici, c'est parce que les vitesses auxquelles nous avons affaire sont faibles par rapport à la vitesse de la lumière, mais c'est uniquement pour cette cause là.

A priori donc, il y avait dans la loi de Newton quelque chose d'imparfait, à la lumière des considérations que je vous ai exposées. Lorsqu'on voit cela et qu'on pense qu'Einstein a réussi à perfectionner cette loi de Newton que l'on croyait jusqu'ici parfaite et immuable, on voit tout le chemin qui a été parcouru grâce à Einstein, depuis l'époque de notre grand Laplace, un des plus grands génies français, directeur de l'observatoire et auteur de travaux admirables. Il est impossible de ne pas convenir que rien n'est mieux démontré dans la philosophie naturelle que le principe de la gravitation universelle en raison des masses et en raison inverse des carrés des distances. Einstein a démontré que c'était faux, et il a

réussi à perfectionner la loi de Newton. Voyons donc comment Einstein a réussi à rénover nos idées sur la gravitation. Pour vous le faire comprendre je vais avoir recours à quelques comparaisons familières.

Imaginons que nous sommes dans un de ces ascenseurs que l'on voit dans les grands magasins et même ailleurs. Vous savez que, lorsqu'on laisse tomber un objet, abstraction faite de la résistance de l'air, que l'objet soit un morceau de papier ou un morceau de plomb ou toute autre substance, il tombe avec une certaine vitesse accélérée, qui est la même pour tous les corps, et qui est l'accélération de la pesanteur. Elle est à Paris de 981 centimètres par seconde. Imaginons donc un ascenseur qu'on laisse tomber. Que va-t-il se passer, puisque naturellement tous les objets tombent avec une vitesse qui s'accélère de 981 centimètres par seconde ? Tous les objets qui sont dans l'ascenseur vont tomber avec la même vitesse que l'ascenseur lui-même ; par conséquent, si je suis dans l'ascenseur et que je lâche mon chapeau, il va tomber, mais avec la même vitesse avec laquelle je tombe moi-même et avec laquelle tombe l'ascenseur ; par conséquent il restera immobile à côté de moi. Donc, dans le cas présent, j'ai supprimé la pesanteur. Donc, pour supprimer la pesanteur, il suffit d'imprimer aux objets un mouvement accéléré convenable.

Je vais vous donner un autre exemple, que j'emprunte à Jules Verne. Vous avez tous lu *De la terre à la Lune*, l'histoire de cet obus dans lequel il y a des passagers très courageux. Au départ, c'est très dangereux pour eux ; mais n'insistons pas. Il est donc arrivé à l'endroit où il a perdu sa vitesse initiale et où il va tomber librement sur la lune. Il tombe la pointe en l'air, je suppose. À ce moment-là, mon obus tombe librement vers la lune, en raison de l'attraction de la pesanteur de la lune, et les objets et les gens dans l'obus sont dans le même cas. Il va se passer à l'intérieur de l'obus ce qui se passe dans l'ascenseur. S'ils font un petit saut, ils vont bondir au plafond : la pesanteur est supprimée dans cet obus. Supposons qu'à ce moment-là l'enchanteur Merlin attache à la pointe de l'obus une ficelle et le tire vers le haut pour l'empêcher de tomber. Le chapeau qui est lâché va filer vers le fond de l'obus, et je dirai qu'il

y a de nouveau de la pesanteur. Mais l'enchanteur Merlin sait qu'il n'y a rien de changé ; il sait que, si le chapeau tombe, c'est à cause de son inertie, et nous arrivons à ce résultat démontré par Einstein, qui est une chose merveilleuse, que l'inertie et la masse pesante des corps sont des choses qui ont la même valeur numérique dans la mécanique. Newton le savait, mais ne savait pas que c'était la même chose. Einstein le sait, et je vous le montre par l'exemple donné.

Nous sommes donc arrivés à ces deux résultats :

1° L'inertie et la masse pesante des corps sont deux choses identiques et indiscernables ;

2° On peut toujours remplacer ce qu'on appelle un champ de gravitation, un champ de pesanteur (c'est-à-dire une région du monde où il y a de la pesanteur) par un mouvement accéléré convenable.

C'est ce qu'Einstein a appelé le *principe d'équivalence entre un champ de gravitation et un champ de pesanteur*. D'autre part, il a remplacé, dans les lois de Kepler, les espaces et les temps ordinaires par des espaces et des temps conformes à la théorie de la relativité. C'est en utilisant ces deux choses, qu'Einstein a réussi à donner une nouvelle expression à la loi de gravitation universelle, qui, pour les vitesses ordinaires, se trouve coïncider avec la loi de Newton, mais qui est un perfectionnement de celle-ci car elle donne une expression un peu différente de la loi pour les très grandes vitesses des corps considérés.

Mais tout ceci est de la théorie, et Henri Poincaré a dit que « l'expérience est la source unique de la vérité ». Cette parole a d'autant plus de valeur qu'Henri Poincaré n'était pas un expérimentateur ; il n'a jamais mis l'œil à une lunette ; c'était un pur théoricien. L'expérience est la source unique de la vérité et le criterium, pourrait-on dire en complétant la pensée de Poincaré, le criterium unique de la vérité. Nous allons donc voir ce que dit l'expérience au sujet de la nouvelle loi d'Einstein, et voir qu'elle est vérifiée d'une manière admirable par ses conséquences expérimentales.

La première conséquence de la nouvelle théorie de la gravita-

tion d'Einstein, je vais vous l'exprimer d'un mot : c'est que la lumière ne se propage pas en ligne droite. Je vais vous le démontrer très simplement, sans formules mathématiques, mais d'une manière très simple. Ce n'est pas la démonstration d'Einstein, mais elle revient au même.

Imaginons, à la surface de la lune, un certain canon. Imaginons encore que ce canon tire un projectile animé de la vitesse de la lumière. Imaginons, si vous voulez, que cet obus soit analogue aux balles traçantes dont on se servait pendant la guerre ; nous verrons, par conséquent, sa trajectoire dans l'air. Cet obus aura une trajectoire légèrement incurvée.

Revenons à notre observateur dans l'obus. Il y a une chose certaine, évidente *a priori*, c'est que, dans un lieu de l'espace où il n'y aurait aucun champ de gravitation, rien, la lumière doit se propager en ligne droite par raison de symétrie : il n'y a aucune raison pour qu'elle aille à droite ou à gauche dans un lieu de l'espace où il n'y a pas de gravitation. Elle doit donc se propager en ligne droite, et tout le monde est d'accord là-dessus. Or nos personnages qui tombent vers la lune tombent librement, de même que l'obus en question, avec la même vitesse, la même accélération. Il n'y a plus pour eux de pesanteur. Par conséquent, pour les observateurs de notre obus, le projectile en question va décrire une ligne droite avec une vitesse uniforme.

Or considérons non plus notre projectile mais le rayon lumineux, l'éclair du coup de feu si vous voulez. Cet éclair (puisque la lumière se propage en ligne droite quand il n'y a pas de gravitation et que la descente de notre obus a supprimé la gravitation pour nos observateurs), ce rayon lumineux va se propager aussi en ligne droite pour nos observateurs. Donc le rayon lumineux issu du canon et le projectile matériel issu du canon avec la vitesse de la lumière vont décrire deux lignes droites, qui coïncideront à chaque instant, dans le temps et dans l'espace, pour les observateurs de l'obus qui tombe sur la lune ; donc leur « intervalle », dans le temps et dans l'espace, reste nul à chaque instant.

Or nous avons expliqué tout à l'heure que l'intervalle de deux phénomènes, quels qu'ils soient, est le même pour tous les obser-

vateurs, quels qu'ils soient ; donc l'intervalle de mon projectile sur sa trajectoire et du point mobile sur le rayon lumineux concomitant va rester nul pour n'importe quel observateur ; et, puisqu'il est nul pour un observateur de l'obus, il doit rester nul pour un observateur resté sur la lune ; et par conséquent, puisque la trajectoire est incurvée, le rayon lumineux doit être incurvé aussi.

On peut montrer ainsi que, dans un champ de gravitation, la lumière ne se propage pas en ligne droite. C'est la première conséquence importante et vérifiable de la théorie. La science classique, au contraire, déclare que la lumière se propage en ligne droite, théoriquement. Si, sur la terre, on n'a jamais vu un rayon lumineux ne pas se propager en ligne droite, c'est parce que la terre est quelque chose de très petit : on ne peut opérer que sur des distances de 200 à 300 kilomètres. Or la lumière va très vite : en une seconde, elle parcourt 300.000 kilomètres et s'infléchit pendant ce temps-là ; la flèche de sa trajectoire n'est que d'un mètre sur 300.000 kilomètres, et l'on calcule facilement que, sur 300 kilomètres, un rayon lumineux ne s'incurve, ne tombe, que de $5/1000$ de millimètre. Dans ces conditions, on comprend qu'on n'ait jamais vu un rayon lumineux s'incurver. Par conséquent, la science classique avait raison, ou l'on pouvait croire qu'elle avait raison parce qu'on ne pouvait prouver le contraire. Mais nous avons, grâce à la providence, des moyens d'observer des rayons lumineux sur des espaces beaucoup plus grands que 300 kilomètres : nous avons tout l'univers astral, les rayons venant du Soleil, des étoiles, parcourent des distances énormes, et il arrive que ces rayons tombent. Nous pourrions peut-être voir qu'ils tombent d'une quantité appréciable, et je vais vous montrer comment on est arrivé à le montrer en effet.

Il y a deux raisons pour lesquelles on n'a pu constater l'incurvation de la lumière à la surface de la Terre : c'est d'abord que nous observons la lumière sur des longueurs faibles, et ensuite parce que la pesanteur n'est pas forte à la surface de la Terre ; mais celle-ci est beaucoup plus forte à la surface de certains astres : à la surface du Soleil, par exemple, elle est 27 fois plus forte qu'à la surface de la Terre ; un objet tombe d'environ 27 mètres au lieu d'un mètre à la surface de la Terre.

Voilà donc l'idée qu'a eue Einstein : comment trouver un rayon lumineux qui soit incurvé, influencé, lorsqu'il passe près du Soleil, par le champ de gravitation du Soleil ? C'est très simple : pour cela, il n'y a qu'à s'adresser aux étoiles. Mais prendre une étoile dont le rayon rase le Soleil n'est pas commode, parce que le Soleil éblouit et cache les étoiles derrière soi. Cependant, il y a un moyen d'y arriver : c'est pendant une éclipse de Soleil. La Lune passe devant le Soleil et, comme elle a à peu près, vue de la Terre, la même surface que le Soleil, elle le cache sans qu'il déborde, ou très peu, et à ce moment-là on voit les étoiles qui se trouvent près du Soleil, et vous allez voir ce qui se passe. Leurs rayons lumineux, au lieu de passer droit, sont incurvés par le Soleil. Quand un rayon lumineux arrive près du Soleil, il va continuer sa trajectoire et s'incurver vers le Soleil, et le rayon que je recevrai sera un rayon incurvé comme la trajectoire d'un obus. Par conséquent, le rayon que je recevrai de l'étoile E (fig. 3) me la montrera en E', à une certaine distance de l'endroit où celle-ci se trouve en réalité. Il en est de même pour toutes les étoiles autour du Soleil.

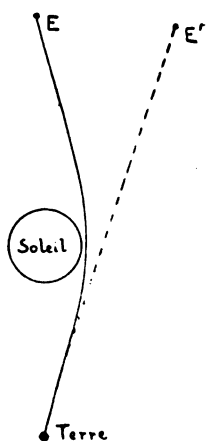


Fig. 3.

On a cherché à vérifier s'il en était bien ainsi lors d'une éclipse, au mois de mai 1919. On savait à ce moment-là (et les prévisions astronomiques sont plus précises que les prévisions météorologiques) quelles étaient les étoiles qui seraient autour et derrière le Soleil pendant l'éclipse. On a photographié ces étoiles quelques mois auparavant, dans les observatoires, alors qu'elles étaient visibles la nuit. On a fait des plaques très exactes et on les a rephotographiées pendant l'éclipse : on a constaté qu'en effet, par rapport à la photographie faite en l'absence du champ de gravitation du Soleil, elles s'étaient toutes déplacées dans le sens de la théorie d'Einstein. Voilà une vérification admirable, extraordinaire, la plus surprenante, de la théorie d'Einstein. En réalité, l'angle dont il s'agit, entre la direction du rayon rectiligne et celle du rayon incurvé par le Soleil, était très petit ; le résultat en est.

d'autant plus merveilleux. Pour les étoiles dont les rayons rasant le pôle, l'angle a une valeur de $1''\frac{3}{4}$; c'est une quantité extrêmement petite ; pour vous en donner une idée, cela représente l'angle sous lequel on verrait, à 200 kilomètres de distance, un homme de ma taille ; c'est donc un angle très petit. Mais les astronomes ont des méthodes extrêmement précises pour mesurer ces angles et même des angles beaucoup plus petits encore, et l'observation des étoiles situées derrière le Soleil par la photographie, faite pour la première fois en 1919 et, depuis lors, pendant toutes les éclipses ultérieures, a prouvé que la première conséquence de la nouvelle théorie de la gravitation d'Einstein, à savoir l'incurvation des rayons lumineux par la pesanteur, se trouve numériquement et rigoureusement exacte, pleinement d'accord avec ce qu'indiquait la théorie d'Einstein.

La seconde conséquence de la théorie d'Einstein est celle-ci. La loi de Newton indique que les différentes orbites des planètes restent fixes par rapport aux étoiles ; autrement dit, si le périhélie est juste en face de Sirius, il restera indéfiniment en face de Sirius. La formule nouvelle de la gravitation d'Einstein indique qu'il n'en est pas ainsi, et que les périhélies de toutes les planètes doivent décrire un très lent mouvement de rotation par rapport aux étoiles. Telle est une des différences essentielles qui existent entre la théorie de la gravitation d'Einstein et celle de Newton. Le calcul montre que, pour la plupart des planètes, ce mouvement du périhélie n'est pas décelable par les observations ; mais, si la vitesse du mouvement était suffisamment grande, la différence entre les deux théories deviendrait appréciable. Effectivement, si l'on considère la plus rapide de toutes les planètes, Mercure, qui est la plus rapide parce qu'elle est la plus rapprochée du Soleil, la théorie einsteinienne de la gravitation indique *a priori* que le périhélie de Mercure doit avancer chaque siècle de $43''$. Eh bien ! précisément, les astronomes ont constaté, depuis plus de 50 ans, un mouvement du périhélie de Mercure, qui les avait beaucoup étonnés parce que la loi de Newton ne permettait pas de l'expliquer. Ils en ont donc cherché l'origine dans toutes sortes d'explications, toutes plus fantastiques les unes que les autres. Le Verrier, qui avait découvert Neptune

par le calcul, dit : « Je vais découvrir une autre planète ». Mais on l'a vainement cherchée ; on ne l'a jamais trouvée. Or le déplacement en question est égal à $38''$, c'est-à-dire, dans les limites d'erreur d'observation, égal à celui qu'indique la théorie d'Einstein.

Voilà le deuxième triomphe, la deuxième vérification merveilleuse de la théorie de la gravitation. On pourrait dire qu'après cela il n'y a plus rien à dire ; mais nous allons parler d'une troisième et dernière vérification, non moins splendide que les deux précédentes, concernant Mercure.

Une troisième conséquence de la nouvelle théorie de la gravitation d'Einstein, qui résulte de formules que je me dispenserai de vous indiquer, est que la durée d'un phénomène est diminuée, ou du moins nous paraît diminuée, lorsque le système où a lieu le phénomène est en mouvement. D'après la théorie de la gravitation d'Einstein, la durée d'un phénomène est également diminuée lorsqu'il se trouve dans un champ de gravitation intense. Et alors voici la conséquence nouvelle : Vous savez que la lumière provient de phénomènes très compliqués qu'on peut résumer, d'une manière d'ailleurs fort inexacte et fort approximative, en disant que les ondes lumineuses sont produites par des vibrations ou des rotations, des électrons, c'est-à-dire de petites planètes minuscules à l'intérieur de l'atome. Ce n'est pas tout à fait vrai ; mais, pour notre démonstration, nous pouvons supposer qu'il en est ainsi ; de sorte que, si nous considérons, par exemple, la lumière émise par un morceau de sodium lorsque nous le plaçons dans la flamme d'un bec Bunsen et que nous l'examinons au spectroscope, nous voyons que cette lumière est caractérisée par une certaine vibration, une certaine longueur d'onde. Si la loi de gravitation d'Einstein est vraie, les mouvements qui, à l'intérieur de l'atome de sodium, produisent cette vibration de la lumière, doivent être ralentis lorsque le champ de gravitation augmente. Par exemple, ils doivent être, à la surface du Soleil, plus lents qu'à la surface de la Terre puisque la pesanteur est 27 fois plus grande à la surface du Soleil ; par conséquent, la longueur d'onde du sodium doit être plus grande à la surface du Soleil qu'à la surface de la Terre, ainsi que la longueur d'onde de n'importe quelle autre raie métallique, caractéristique

d'un élément chimique donné. La troisième conséquence vérifiable de la loi de gravitation d'Einstein, conséquence non conforme aux lois de la physique classique, c'est donc que les longueurs d'onde des raies du spectre doivent être allongées, donc la fréquence de ces ondes doit être diminuée (pour parler un langage que comprendront les sans-filistes), dans un champ de gravitation plus intense, et, par conséquent, les raies d'un métal donné, à la surface du Soleil, par exemple, où la pesanteur est plus grande que sur la Terre, doivent avoir une fréquence moindre qu'à la surface de la Terre.

Lorsque Einstein a fait cette prédiction, il y a déjà une dizaine d'années, on s'est précipité sur le spectroscopie ; on a fait des expériences ; mais les résultats n'étaient pas nets, car les différences étaient trop petites, et sur le Soleil existent des phénomènes magnétiques qui influent sur les éléments du problème. De sorte que les Zoile n'ont pas manqué de dire : « Voyez, cette troisième conséquence n'est pas bien prouvée ; par conséquent, la théorie est fausse ».

On en était là, lorsqu'on a découvert, tout récemment, une étoile extraordinaire, sur laquelle la pesanteur a une valeur absolument fantastique, et voici comment on a découvert cette étoile. Je vous ai parlé de l'étoile Sirius, la plus brillante de tout le ciel. L'astronome Alphen Clark, en Amérique, a découvert que Sirius a un satellite, une petite étoile d'une autre grandeur, qui tourne autour de Sirius en 50 ans. La masse de Sirius est deux fois la masse du Soleil, et l'on a calculé la masse de ce petit satellite. On a trouvé que cette masse était la moitié de celle de Sirius, c'est-à-dire environ celle du Soleil. Puis on a trouvé le moyen de mesurer la température des étoiles. Sirius a, à la surface, 12000°, c'est-à-dire le même rayonnement qu'un corps qui aurait une température de 12000°. On a mesuré également la température de ce satellite, et l'on a trouvé qu'elle était d'environ 8000° ; et, de fil en aiguille, on a su calculer, ce qui est une chose très facile, la quantité de lumière que Sirius doit émettre par an. Vous savez que, lorsqu'on chauffe un morceau de fer, il devient rouge et émet un peu de lumière ; puis, si l'on continue à chauffer, il en émet de plus en plus ; et l'on connaît la loi qui, en fonction de la température, fait varier l'émission de lumière d'un corps. On sait, par exemple, que, si les lampes à

filament métallique émettent plus de lumière que les lampes à filament de charbon, c'est que leur température est plus élevée. Donc, connaissant la température superficielle de Sirius et celle de son satellite, on a très bien pu calculer la quantité de lumière émise par Sirius par an et celle de son satellite. Le satellite en question n'est qu'une étoile de huitième grandeur, tandis que Sirius est plus brillante qu'une étoile de première grandeur ; en réalité, la quantité de lumière émise par le satellite est 10000 fois plus petite que celle de Sirius. Connaissant d'autre part la quantité de lumière qu'il émet par centimètre carré et celle de Sirius, on arrive à ce résultat extraordinaire, que le nombre de centimètres carrés du satellite de Sirius est extrêmement petit ; et autrement dit, pour rendre compte de la différence qui existe entre les éclats de ces deux astres, on arrive obligatoirement à cette conclusion, que le satellite est une très petite étoile, qui a à peu près trois fois le diamètre de la Terre, seulement.

Je vais maintenant vous expliquer la suite logique des déductions concernant cette étoile. Voilà donc une étoile qui tourne autour de Sirius, dont on connaît la masse, qui est égale à celle du Soleil, et dont on connaît le diamètre, qui est égal à environ trois fois celui de la Terre. Or la masse du Soleil est égale à trois cent trente mille fois celle de la Terre. Vous savez qu'à la surface d'un astre, en vertu de la loi de la gravitation, la pesanteur est d'autant plus grande que l'on est plus près du centre de l'astre, cela en raison du carré des distances, et aussi proportionnelle à la masse de l'astre. Par conséquent, puisque le diamètre de l'étoile est trois fois plus grand que celui de la Terre et que sa masse est 330.000 fois plus grande que celle de la Terre, la pesanteur, à la surface de cette étoile, doit être, par rapport à celle de la Terre, 330 000 fois plus grande, divisée par 3 au carré, c'est-à-dire environ 36.000 fois plus grande. A la surface du Soleil, elle n'est que de 27 fois plus grande qu'à la surface de la Terre.

Comment est-ce possible ? Cela représente une densité formidable : c'est une étoile qui a une densité près de 40.000 fois supérieure à celle de l'eau, et la densité du plus lourd métal connu, l'iridium, est égale à 19. On n'aurait pas cru possible, autrefois,

qu'une telle densité existât ; mais actuellement, on le conçoit très bien. En tous cas, le fait est là : à la surface de cette étoile, la pesanteur est 36.000 fois plus grande qu'à la surface de la Terre et 1300 fois plus grande qu'à la surface du Soleil. Cette étoile émet de la lumière. Il y a une raie de sodium dans cette étoile, et nous allons voir ce que devient la fréquence de la raie. On l'a mesurée très exactement sur les photographies du spectre de cette étoile, et l'on a trouvé que la fréquence était diminuée dans une énorme proportion. Les fréquences des raies lumineuses des différents métaux ont des grandeurs qui correspondent à un champ de gravitation d'environ 40.000 fois celui qui existe à la surface de la Terre.

Voilà la plus merveilleuse et la plus éclatante vérification qui ait été apportée à la théorie d'Einstein.

Quelques applications de la
MÉTHODE DE L'ÉQUILIBRE STATISTIQUE

dans la théorie des probabilités, ⁽¹⁾

par A.-K. ERLANG.

Les problèmes dont je veux m'occuper aujourd'hui ressortissent à la théorie de l'exploitation téléphonique, qui est une branche, relativement récente, de la théorie des probabilités. Nous aurons, par conséquent, à nous occuper de lignes, de conversations, de bureaux centraux manuels ou plus ou moins automatiques, etc... L'essentiel réside toutefois dans les *appels* des abonnés et leurs différentes destinées. Certains appels, « heureux », obtiennent immédiatement la connexion demandée ; d'autres appels, « malheureux », ou bien n'obtiennent pas la connexion désirée, ou bien ne l'obtiennent qu'après une attente d'une certaine durée, et cela pour une des raisons suivantes : l'abonné appelé peut être occupé par une autre conversation téléphonique ou autrement, les lignes reliant les deux bureaux peuvent être toutes occupées momentanément par d'autres conversations, ou bien les opératrices n'ont pas encore terminé les opérations nécessaires pour servir de précédents appels. Pour comprendre la nature des importantes questions pratiques qui se présentent de la façon que nous indiquons par ces exemples, il faut entreprendre une étude théorique, basée sur les méthodes des probabilités, ainsi que l'a montré pour la première fois, il y a vingt ans, M. F. Johannsen, directeur de la Société des téléphones de Copenhague. Dans un court laps de temps, il a réussi à mettre en lumière plusieurs questions urgentes et importantes,

1. Extrait du Compte-rendu du sixième congrès des mathématiciens scandinaves à Copenhague (31 août—4 septembre 1925), p. 157-172, traduit par M. Vaulot, agrégé de l'université, docteur ès sciences, ingénieur en chef des Postes, Télégraphes et Téléphones.

ainsi qu'à mettre en évidence l'intérêt que présente ce nouveau domaine de recherches. Si, par la suite, d'autres occupations l'ont empêché de continuer personnellement ces recherches, loin de s'en désintéresser, il m'a chargé de l'y suppléer, et ce travail m'a procuré beaucoup de satisfaction. A partir de 1909, j'ai publié plusieurs articles, en danois ou en d'autres langues, pour faire connaître l'état des résultats obtenus. J'ai donné, en particulier, les formules exactes servant à la résolution des problèmes typiques les plus importants, avec plusieurs tableaux donnant des résultats numériques ; mais, désireux d'abréger, je n'ai pas toujours donné les démonstrations complètes. On peut voir, par exemple, un mémoire publié dans *Elektroteknikeren* en 1923 ⁽¹⁾. C'était, à l'origine, une conférence faite en 1920 à l'occasion du centenaire de H.-C. Ørsted et publiée dans les comptes-rendus de cette solennité, section de l'Electrotechnique, en 1922. Ce mémoire contient des références à plusieurs études sur ce genre de problèmes et à mes mémoires antérieurs. Je veux maintenant établir un certain nombre de formules sans me préoccuper des résultats numériques. J'insisterai surtout sur les méthodes de raisonnement, spécialement celle que l'on peut appeler la méthode d'équilibre statistique, pour obtenir des lois de distribution.

1. Nous devons considérer, en premier lieu, quelques lois très simples de distribution.

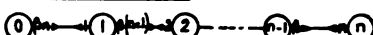
Nous appelons *intensité de trafic* le produit du nombre d'appels pour une unité de temps par le temps d'occupation (durée d'une conversation téléphonique). Il est d'ailleurs préférable de prendre pour unité de temps la durée d'une conversation : l'intensité de trafic est alors égale au nombre d'appels par unité de temps. Nous supposerons, pour le moment, que la durée d'une conversation est constante : s'il n'en était pas ainsi, nous considérerions la durée moyenne d'une communication. L'intensité de trafic sera désignée par la lettre y .

1. Voy. A.-K. Erlang, *Application du calcul des probabilités en téléphonie* (Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones, juillet 1925), traduction de l'article paru dans *Elektroteknikeren*, avec quelques compléments.

Nous devons maintenant considérer trois cas, suivant le nombre et la disposition des lignes.

Dans le premier cas, nous supposons les lignes assez nombreuses pour qu'il n'y ait jamais manque de lignes pour une intensité de trafic égale à y . Nous nous posons alors la question suivante :

TABLEAU 1.

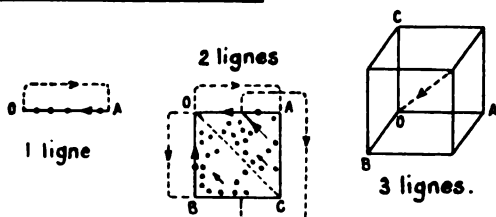
FORMULE DE POISSONDISTRIBUTION BINÔME

A PROBLÈMES CONCERNANT LA PERTE OU LE MANQUE DE LIGNES.

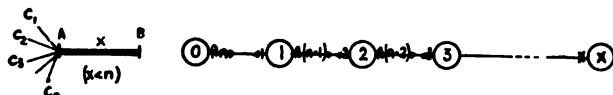
1) UN GROUPE DE X LIGNES.



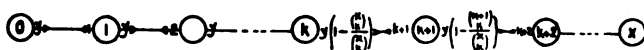
2) LE MÊME CAS, AVEC $T=\infty$.



3)



4) INTERCONNEXION.



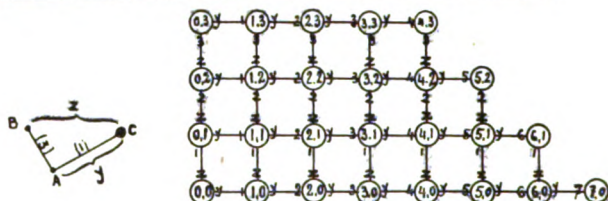
Quelle est la probabilité qu'il existe simultanément 0, 1, 2... appels d'une durée égale à l'unité ? ou, sous une forme plus tangible : Quelle est la probabilité de trouver, à un instant arbitraire, 0, 1, 2... lignes occupées par des conversations ? (Il est évident que le nombre moyen de lignes occupées est égal à y .)

Nous désignerons les probabilités des différents cas par $((0))$, $((1))$, $((2))$, ...et nous réserverons les notations (0) , (1) , (2) , ...pour

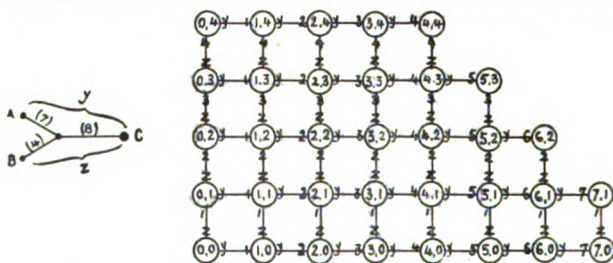
désigner les cas eux-mêmes. Nous pouvons résoudre ce problème, ainsi que les suivants, en trouvant d'abord les valeurs relatives des probabilités, et en calculant ensuite les valeurs absolues, dont la somme est l'unité. Nous nous servirons d'une représentation gra-

TABLEAU 2.

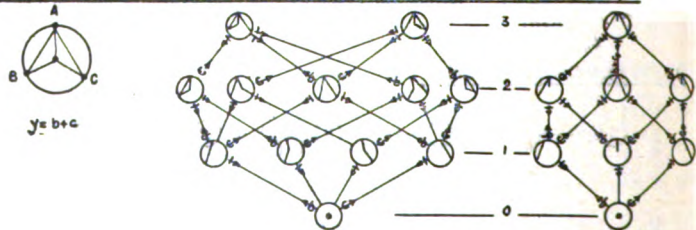
5) UNE DISPOSITION DES CONNEXIONS ENTRE C ET A, B.



6) UNE AUTRE DISPOSITION DES CONNEXIONS ENTRE C ET A, B.



7) 2 LIGNES SPÉCIALISÉES, 1 LIGNE COMMUNE ENTRE A ET B, C.



phique (voy. Tableau 1); les différents cas sont représentés par une série de petits cercles, les transitions entre les cas successifs sont indiqués par des lignes de jonction avec flèches, et les densités de probabilité des transitions par unité de temps sont indiquées par des inscriptions. Par une série d'équations exprimant les con-

ditions d'équilibre, nous trouvons facilement les valeurs relatives des probabilités cherchées, à savoir :

$$1, y, \frac{y^2}{2!}, \frac{y^3}{3!}, \dots$$

Si nous divisons par e^y , qui est la somme de cette série, nous

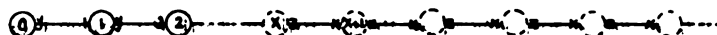
TABLEAU 3.

B. DURÉES D'ATTENTE.

1) CAS PRINCIPAL : UN GROUPE DE x LIGNES.



2) MODIFICATION. $z < y$



3) DIFF. SYSTÈMES DE DISTRIBUTION. Demi-Positions (POSITIONS FRACTIONNÉES) GROUPES ÉTENDUS.

	1	2	3
0			
1			
2			
A TITRE DE COMPARAISON (AUTRE HYPOTHESE)			
0			
1			
2			

trouvons les valeurs absolues des probabilités (voy. tableau 6), et nous obtenons ainsi la loi de Poisson, qui a été établie pour la première fois et l'est encore habituellement par une autre méthode.

Parmi les nombreuses propriétés remarquables de la fonction de Poisson $\frac{e^{-y} y^x}{x!}$, je ne signale que la suivante, sans qu'il soit pos-

sible d'en exposer ici les applications (1) : Si nous considérons une table usuelle à double entrée de cette fonction, et si nous prenons toutes les valeurs qui se trouvent le long d'une oblique de pente α et correspondent à des valeurs de x entières, la somme de ces valeurs sera égale à $\frac{1}{1-\alpha}$ pour $0 < \alpha < 1$ (et aussi pour d'autres valeurs non positives de α). C'est une conséquence d'un théorème donné en 1902 dans les *Acta mathematica* (p. 307, formule 7) (2) par feu le d^r Jensen, qui, pendant de nombreuses années, a été ingénieur en chef à la Compagnie des téléphones de Copenhague, et qui, ainsi que je le rappelais tout à l'heure, a tenu chez les mathématiciens scandinaves la place éminente que nous connaissons tous.

Les deux autres problèmes sont moins simples ; ils sont en quelque sorte opposés. Les lignes qui partent du bureau central dans toutes les directions pour aller chez les abonnés sont indépendantes entre elles. D'autre part, les lignes ou jonctions qui relient deux bureaux centraux sont dépendantes ; on dit qu'elles forment un groupe.

Dans le premier de ces deux cas, un raisonnement analogue à celui qui précède conduit à la loi de distribution binôme, de Pascal et Bernoulli. Soient n le nombre de lignes, et β l'intensité de trafic, ou le nombre d'appels par unité de temps pour une ligne inoccupée, On trouve que les valeurs relatives des probabilités sont

$$1; \beta n; \beta^2 \frac{n(n-1)}{2!}; \beta^3 \frac{n(n-1)(n-2)}{3!}; \dots$$

Nous obtenons les valeurs absolues des probabilités en divisant les termes précédents par $(1 + \beta)^n$. Dans le cas simple de $n = 1$, on obtient $\frac{1}{1+\beta}$ et $\frac{\beta}{1+\beta}$; si l'on désigne ces deux quantités res-

1. Voy. par exemple A.-K. ERLANG, *Telefon-Ventetider. Et Stykke Sandsynlighedsregning* (Matematisk Tidsskrift, 1920, n° 2, p. 25-36) ; pour la traduction, cf. Revue générale de l'électricité, 21 août 1926, p. 270.

2. Voy. également G. PÖLYA und G. SZEGÖ, *Aufgaben und Lehrsätze aus der Analysis*, Berlin, 1925.

pectivement par p et q , on peut écrire le résultat général sous la forme suivante, qui est peut-être plus familière :

$$q^n; q^{n-1} p n; q^{n-2} p^2 \frac{n(n-1)}{2!}; q^{n-3} p^3 \frac{n(n-1)(n-2)}{3!}; \dots$$

(On peut d'ailleurs montrer facilement que ces résultats n'impliquent pas nécessairement l'hypothèse de la durée constante des communications.)

Supposons maintenant que les lignes sont juxtaposées et forment un groupe, dans lequel une ligne quelconque peut être remplacée par une autre ; ce cas est d'ailleurs plus important que le précédent. Soit x le nombre des lignes. Dans ce cas, l'écoulement de conversations nouvelles ne décroît pas graduellement en proportion du nombre de lignes occupées, mais s'arrêtera subitement quand toutes les lignes seront occupées. En utilisant encore la notion d'équilibre statistique, on trouve, pour les probabilités cherchées, d'abord les valeurs relatives :

$$1; y; \frac{y^2}{2!}; \frac{y^3}{3!}; \dots; \frac{y^x}{x!};$$

et ensuite les valeurs absolues (voy. la collection de formules du tableau 6). Comme la probabilité de trouver toutes les lignes occupées n'est autre que la proportion B d'appels « malheureux » ou « perdus », que l'on peut appeler *coefficient d'encombrement*, ce nombre est, en pratique, beaucoup plus important que les autres. Le produit By est le nombre d'appels perdus par unité de temps. Si l'on astreint la différence première de By , considéré comme fonction de x , à être voisine d'une certaine constante dépendant du coût d'une ligne par unité de temps et de la perte, évaluée en argent, causée à l'appelant par le non-aboutissement d'une communication, on dira que x a été déterminé correctement en fonction de y . Mais nous ne développerons pas davantage les considérations sur ce sujet.

Il est maintenant nécessaire de présenter ici quelques remarques relatives à la loi de distribution (ou fréquence) des durées de conversations. Bien que, dans plusieurs cas, par exemple dans celui que nous venons de considérer, les résultats soient indépén-

dans de la nature de la distribution, il n'en résulte pas que la démonstration puisse être faite dans des termes identiques et aussi facilement pour une loi que pour une autre. Les lois qui retiendront surtout notre attention se trouvent dans la collection de formules

TABLEAU 4.

DEMI-POSITIONS, GROUPES RESTREINTS. $T=1$

1 Operatrice



2 Operatrices



3 Operatrices.

5) DEMI-POSITIONS, SYSTÈME AMÉLIORÉ.

1 Operatrice



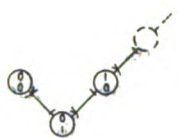
2 Operatrices



3 Operatrices.

6) A TITRE DE COMPARAISON.

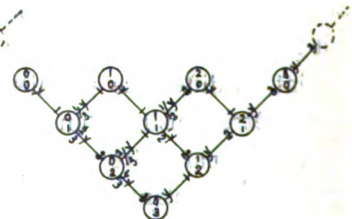
1 Operatrice



2 Operatrices



3 Operatrices

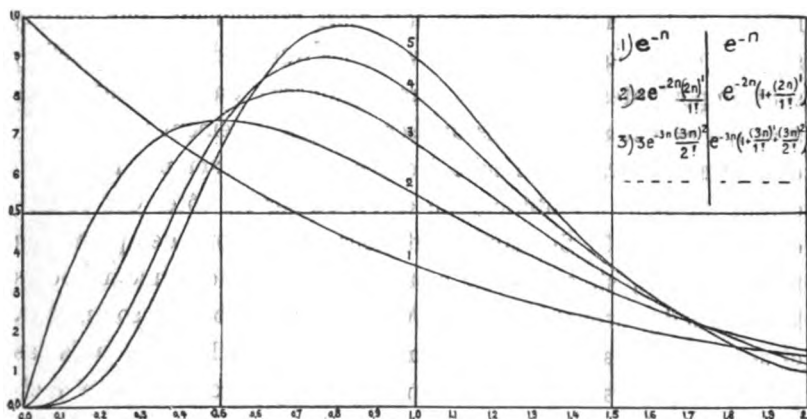


du tableau 6 ; elles constituent une série infinie, dont les termes successifs sont désignés par $T = 1, T = 2, \dots, T = \infty$. Les formules donnent la probabilité d'une durée supérieure à une valeur arbitraire n , la durée moyenne étant toujours égale à l'unité. En différenciant, on obtient la densité de probabilité, ce qui donne une autre expression de la loi. Considérons le tableau 5. La loi la plus

simple et la plus importante est, sans aucun doute, la première ; on l'obtient en supposant que la *force de mortalité*, pour employer une expression d'un autre domaine, est indépendante de l'âge. Il y a environ deux cents ans, on pensait ordinairement, tout au moins au Danemark ⁽¹⁾, que la probabilité de mourir dans une année était indépendante de l'âge ; on sait maintenant que c'est faux, bien que certaines causes de mort soient les mêmes pour le jeune

TABLEAU 5.

Durée d'une conversation téléphonique :
différentes lois possibles de distribution.



homme et le vieillard. Mais la vie d'une conversation téléphonique suit assez bien cette règle simple, comme le montrent des essais pratiques. Font seules exception à cette règle quelques catégories spéciales de communications, telles que celles par lesquelles l'appelant communique à l'opératrice le numéro demandé, et qui obéissent plutôt à une des lois suivantes. D'ailleurs, toutes ces lois sont étroitement apparentées. Par exemple, le numéro 2 peut être considéré comme la loi de durée d'une conversation composée, dans laquelle les deux composants successifs sont du type n° 1 et ont une durée moyenne égale à $\frac{1}{2}$, et ainsi de suite. Réciproquement,

1. Voy. OLE RØMER, *Adversaria*.

on trouvera souvent, en pratique, que les conversations « composées » peuvent être traitées comme résultant de plusieurs conversations simples, et l'on peut ainsi donner des solutions simples à plusieurs problèmes. Les expressions de la probabilité d'une durée supérieure à n s'obtiennent alors immédiatement, au moyen de la formule de Poisson. Le cas limite $T = \infty$ est évidemment identique au cas où toutes les conversations ont une durée constante.

Revenons maintenant à notre démonstration, et plaçons-nous dans le cas de $T = 1$. Il est alors possible de traiter chacun des cas (0), (1), (2), ..., (x), où le nombre des lignes occupées est respectivement 0, 1, 2, ..., x , sans s'occuper de l'âge des conversations isolées, et la démonstration se fait alors rapidement. Par contre, si $T = \infty$, les âges, ou, si l'on veut, les durées de vie résiduelles, sont importantes et doivent être indiquées ; dans ce but, pour $x = 1$, $x = 2$ et $x = 3$, nous utiliserons respectivement un segment de droite, un carré et un cube. Pour $x = 2$, par exemple, nous placerons un point à l'intérieur du carré, ou sur les côtés OA et OB, ou au sommet O. Si maintenant nous considérons des points en nombre infini, si, en outre, nous couvrons uniformément toutes les parties du carré et les côtés OA et OB, sans oublier le sommet O, et si nous choisissons convenablement les probabilités des trois cas principaux, alors, et alors seulement, nous pourrions montrer facilement l'existence d'un équilibre statistique. Cet équilibre résulte de tous les échanges qui ont lieu, et qui résultent soit de fins de conversations, soit de l'arrivée de nouveaux appels. Si nous devons procéder sans figure, le raisonnement reste analogue.

Je voudrais donner une démonstration s'appliquant à la fois à toutes les lois de distribution (¹). Cette démonstration est suggérée par la comparaison des deux cas suivants : en premier lieu une infinité de lignes ; en second lieu x lignes. Les valeurs relatives des probabilités ((0)), ((1)), ((2)), ..., ((x)), sont obligatoirement les mêmes dans les deux cas.

1. Une démonstration générale de cette propriété très importante a été donnée par M. VAULOT, *Extension des formules d'Erlang au cas où les durées des conversations suivent une loi quelconque* (Revue générale de l'électricité, 31 décembre 1927, p. 1164).

2. Nous allons considérer quelques systèmes de lignes différents, dont la plupart sont un peu plus compliqués que les précédents.

La figure 3 du tableau 1 représente un cas important, qui est pour ainsi dire la combinaison des deux cas que nous venons de traiter. Nous voyons à droite x lignes juxtaposées, reliant les deux points A et B qui représentent des bureaux centraux, et à gauche n lignes (d'abonnés) qui partent dans toutes les directions vers les points $C_1, C_2, \dots, C_n$. Les appels peuvent venir indifféremment de la droite ou de la gauche. L'intensité de trafic, ou nombre d'appels par unité de temps, pour un abonné (libre), est β . Nous pouvons avoir au plus x conversations simultanées. On trouve facilement les probabilités fondamentales $((0)), ((1)), ((2)), \dots, ((x))$, et ensuite d'autres probabilités, dont les plus importantes sont les probabilités pour qu'il existe, ou pour qu'il n'existe pas, à un instant arbitraire, une voie libre C--A--B entre un certain abonné C et le bureau B.

La figure 4 (tableau 1) représente un système de x lignes constituant un groupe. Chaque appel qui se produit essaiera automatiquement k des lignes ($k < x$) ; si ces k lignes sont occupées, l'appel sera perdu. D'ailleurs, le choix de ces k lignes est différent pour chaque appel subséquent, et elles sont choisies, en somme, de toutes les façons possibles. La figure montre le commencement et la solution du problème. Les formules définitives avec des tables numériques ont été données ailleurs ⁽¹⁾. Ce système appartient à un type que l'on appelle généralement « à interconnexion ».

La figure 5 (tableau 2) représente un groupe constitué par trois lignes entre A et B et sept lignes entre B et C ; C est le bureau central téléphonique principal : presque tout le trafic téléphonique y arrive ou en part ; le trafic entre B et C est y ; le trafic entre A et C est z . Les différents cas possibles sont représentés, dans le quadrilatère oblique, par des cercles ; les cas représentés par la première ligne et la première colonne sont spécialement impor-

1. Voy. par exemple : A.-K. ERLANG, *Application du calcul des probabilités en téléphonie* (Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones, juillet 1925, p. 617) ; S.F. O'DELL, *The influence of traffic on automatic exchange design* (Institution of Post Office electrical engineers, 8 novembre 1920)

tants. On peut écrire les conditions d'équilibre en considérant les « passages » de chaque cas (cercle) à ceux qui l'avoisinent sur la figure. On peut trouver les mêmes valeurs relatives par un procédé plus simple, en considérant successivement chaque ligne de jonction, horizontale ou verticale ; pour chaque ligne, on trouve (dans le présent problème) un équilibre particulier (*).

Le problème de la figure 6 est d'un type analogue.

Le problème de la figure 7 est un de ceux qui ont été résolus par M. Vaultot dans la *Revue générale de l'électricité* du 13 septembre 1924 (p. 411). Nous avons ici deux lignes spécialisées AB et AC et une ligne commune qui est en réserve pour les deux autres.

3. Considérons un groupe de x lignes, avec une intensité de trafic y . Supposons qu'un appel, qui ne peut obtenir une ligne immédiatement, attende jusqu'à ce qu'il obtienne une ligne à son tour. Pour simplifier, plaçons-nous dans l'hypothèse $T = 1$. La série des cas possibles n'est pas limitée à (0) , (1) , (2) , ..., (x) , mais elle comprend en outre $(x + 1)$, $(x + 2)$, ..., c'est-à-dire qu'en plus des appels qui ont déjà trouvé une ligne il peut exister 1, 2, ... appels en attente (voy. le tableau 3). On peut trouver facilement les probabilités cherchées $((0))$, $((1))$, ..., $((x))$, $((x + 1))$, $((x + 2))$, ... ; ce sont ces dernières, à partir de $((x))$, qui sont les plus intéressantes. Le tableau 7 donne leur expression en fonction de leur somme c , et en outre l'expression de c au moyen de $D(x)$ et $D(x - 1)$, définis eux-mêmes en fonction de x et y .

Nous pouvons maintenant trouver la probabilité $S(>n)$ d'une durée d'attente supérieure à n . Si nous examinons les circonstances pouvant donner lieu à cette éventualité, nous voyons qu'elles dépendent à la fois du nombre des appels qui attendent déjà et du nombre des conversations qui se termineront dans un intervalle de temps égal à n . Nous trouvons la probabilité en question sous la forme d'une série doublement infinie, et par sommation nous obtenons le résultat :

$$S(>n) = c e^{-(x-y)n}.$$

1. De cette manière, on n'a à résoudre que des équations à une inconnue. On peut vérifier l'exactitude de ce procédé en portant les résultats dans la première série d'équations.

TABLEAU 6.

Formule de Poisson
(Lignes très nombreuses).

$$\left\{ \begin{array}{l} S_0 = e^{-y}, \\ S_1 = e^{-y} \cdot y, \\ S_2 = e^{-y} \cdot \frac{y^2}{2!}, \\ \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \end{array} \right.$$

Distribution binôme
(n lignes indépendantes).

$$\left\{ \begin{array}{l} S_0 = 1 \cdot \frac{1}{(1 + \beta)^n}, \\ S_1 = \frac{\beta n}{1} \cdot \frac{1}{(1 + \beta)^n}, \\ S_2 = \frac{\beta^2 \cdot n(n-1)}{2!} \cdot \frac{1}{(1 + \beta)^n}, \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ S_n = \beta^n \cdot \frac{1}{(1 + \beta)^n}. \end{array} \right.$$

Perte ou manque de lignes
(Groupe de x lignes).

$$\left\{ \begin{array}{l} S_0 = \frac{1}{1 + y + \frac{y^2}{2!} + \dots \frac{y^x}{x!}}, \\ S_1 = \frac{y}{1 + y + \frac{y^2}{2!} + \dots \frac{y^x}{x!}}, \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ S_x = \frac{\frac{y^x}{x!}}{1 + y + \frac{y^2}{2!} + \dots \frac{y^x}{x!}}. \end{array} \right.$$

Différentes lois de distribution pour la durée des conversations.

$$\left\{ \begin{array}{l} T = 1 \quad S = e^{-n}, \\ T = 2 \quad S = e^{-2n} \left(1 + \frac{2n}{1!} \right), \\ T = 3 \quad S = e^{-3n} \left(1 + \frac{3n}{1!} + \frac{(3n)^2}{2!} \right), \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \end{array} \right.$$

TABLEAU 7.

Durées d'attente
(Groupe de x lignes, $T = 1$).

$$\left\{ \begin{array}{l} ((x)) = c \cdot \frac{x-y}{x}, \\ ((x+1)) = ((x)) \cdot \frac{y}{x}, \\ ((x+2)) = ((x+1)) \cdot \frac{y}{x}, \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} c = \frac{1}{D(x) - D(x-1)}, \\ D(x) = \frac{1 + y + \frac{y^2}{2!} + \dots + \frac{y^x}{x!}}{\frac{y^x}{x!}}, \\ D(x-1) = \frac{1 + y + \frac{y^2}{2!} + \dots + \frac{y^{x-1}}{(x-1)!}}{\frac{y^{x-1}}{(x-1)!}}. \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S(>n) = ((x)) \cdot e^{-xn} + ((x+1)) \cdot e^{-xn} \left[1 + \frac{xn}{1!} \right] + \\ \quad + ((x+2)) \cdot e^{-xn} \left[1 + \frac{xn}{1!} + \frac{(xn)^2}{2!} \right] + \dots \\ S(>n) = e^{-xn} \left[((x)) + ((x+1)) + \dots \right] + \\ \quad + e^{-xn} \cdot \frac{xn}{1!} \left[((x+1)) + ((x+2)) + \dots \right] + \\ \quad + e^{-xn} \cdot \frac{(xn)^2}{2!} \left[((x+2)) + ((x+3)) + \dots \right] + \dots \\ S(>n) = c \cdot e^{-(x-y)n}. \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M = \left[1 \cdot ((x+1)) + 2 \cdot ((x+2)) + 3 \cdot ((x+3)) + \dots \right] \frac{1}{y}, \\ M = \left[1 \cdot ((x)) + 2 \cdot ((x+1)) + 3 \cdot ((x+2)) + \dots \right] \frac{1}{x}. \end{array} \right.$$

$$M = c \cdot \frac{1}{x-y}.$$

En outre, il est très utile de connaître la durée moyenne d'attente M ; on peut l'obtenir de différentes manières, par exemple, en se servant de la formule précédente, donnant $S (>n)$, ou plus directement en se servant d'une des deux équations suivantes, qui s'établissent facilement l'une et l'autre :

$$M = \frac{1. ((x+1)) + 2. ((x+2)) + 3. ((x+3)) + \dots}{y} ,$$

$$M = \frac{1. ((x)) + 2. ((x+1)) + 3. ((x+2)) + \dots}{x} .$$

Par l'une ou l'autre méthode, on trouve :

$$M = \frac{c}{x-y} .$$

Nous avons supposé que les appels en attente obtiennent une ligne libre à tour de rôle. Cependant, si les lignes devenant libres sont réparties au hasard entre les appels en attente, ainsi que cela se passe souvent en pratique, le problème est différent et plus difficile, mais $S (>0)$ et M conservent la même valeur.

Le problème est encore modifié si une certaine fraction des appelants ne veut pas attendre, alors que les autres attendent (voy. fig. 2, tableau 3). On peut facilement trouver les conséquences de cette hypothèse pour chacune des deux catégories d'appelants.

4. Tous les résultats que nous venons de donner sur les délais d'attente sont valables non seulement pour un groupe de x lignes, mais aussi pour un groupe de x opératrices ayant pour tâche commune d'établir les connexions demandées par un certain nombre d'abonnés. Il est bien connu que l'on peut établir un système téléphonique pour une grande ville sans opératrices. Mais les recherches techniques entreprises spécialement par M. P.-V. Christensen, ingénieur en chef de notre société, ont montré que l'économie ainsi réalisée était douteuse, tout au moins dans le cas de Copenhague (¹) ; d'ailleurs, dans le système dit « automatique », une grande partie du travail est laissée aux abonnés eux-mêmes. Actuellement et probablement aussi dans l'avenir, les opératrices seront conservées à Copenhague, mais on a disposé des mécanismes automatiques pour

1. Les études de M. Christensen sur ce sujet n'ont pas été publiées.

TABLEAU 8.

Distribution automatique, demi-positions, groupes étendus.
Hypothèse : probabilité deux fois moindre, quand une seule demi-position est inoccupée.

	$T = 1$	$T = 2$	$T = 3$
((0))	((0)) = $1 \cdot a$	((0)) = $1 \cdot a$	((0)) = $1 \cdot a$
((1))	((1)) = $2\mu \cdot a$	((1)) = $2\mu \cdot a$	((1)) = $2\mu \cdot a$
((2))	((2)) = $2\mu^2 \cdot a$	((2)) = $(2\mu + 2\mu^2) \cdot a$	((2)) = $(2\mu + 2\mu^2) \cdot a$
((3))		((3)) = $(4\mu^2 + 2\mu^3) \cdot a$	((3)) = $(2\mu + 4\mu^2 + 2\mu^3) \cdot a$
((4))		((4)) = $(2\mu^2 + 2\mu^3) \cdot a$	((4)) = $(6\mu^2 + 6\mu^3 + 2\mu^4) \cdot a$
((5))			((5)) = $(4\mu^2 + 6\mu^3 + 2\mu^4) \cdot a$
((6))			((6)) = $(2\mu^2 + 4\mu^3 + 2\mu^4) \cdot a$
$\frac{1}{a} =$	$\frac{1 + 2\mu + 2\mu^2}{1 + 2\mu(1 + \mu)}$	$\frac{1 + 4\mu + 8\mu^2 + 4\mu^3}{1 + 4\mu(1 + \mu)^2}$	$\frac{1 + 6\mu + 18\mu^2 + 18\mu^3 - 6\mu^4}{1 + 6\mu(1 + \mu)^3}$

Hypothèse : probabilité égale, quand une seule demi-position est inoccupée.

(A titre de comparaison avec ce qui précède.)

	$T = 1$	$T = 2$	$T = 3$
((0))	((0)) = $1 \cdot a$	((0)) = $1 \cdot a$	((0)) = $1 \cdot a$
((1))	((1)) = $r \cdot a$	((1)) = $r \cdot a$	((1)) = $r \cdot a$
((2))	((2)) = $r^2 \cdot a$	((2)) = $(r + r^2) \cdot a$	((2)) = $(r + r^2) \cdot a$
((3))		((3)) = $(2r^2 + r^3) \cdot a$	((3)) = $(r + 2r^2 + r^3) \cdot a$
((4))		((4)) = $(r^2 + r^3) \cdot a$	((4)) = $(3r^2 + 3r^3 + r^4) \cdot a$
((5))			((5)) = $(2r^2 + 3r^3 + r^4) \cdot a$
((6))			((6)) = $(r^2 + 2r^3 + r^4) \cdot a$
$\frac{1}{a} =$	$\frac{1 + r + r^2}{1 - r(1 + r)}$	$\frac{1 + 2r + 4r^2 + 2r^3}{1 + 2r(1 + r)^2}$	$\frac{1 + 3r + 9r^2 + 9r^3 + 3r^4}{1 + 3r(1 + r)^3}$

TABLEAU 9.

Distribution automatique, demi-positions, groupes étendus.
Hypothèse : probabilité deux fois moindre, quand une seule demi-position est inoccupée.

	$T = 1$	$T = 2$	$T = 3$	$T = \infty$
$\alpha =$	$\frac{2\mu(1+\mu)}{1+2\mu(1+\mu)}$	$\frac{4\mu(1+\mu)^2}{1+4\mu(1+\mu)^2}$	$\frac{6\mu(1+\mu)^3}{1+6\mu(1+\mu)^3}$	$\frac{2g}{2g+e^{-g}}$ $g = \lim. T(\mu)$
$M =$	$\frac{\mu}{1+\mu}$	$\frac{\mu(1+2(1+\mu))}{2(1+\mu)^2}$	$\frac{\mu(1+2(1+\mu)+3(1+\mu)^2)}{3(1+\mu)^3}$	$\frac{g-1+e^{-g}}{g}$
$S(>) =$	$\mu \frac{1}{1+\mu} e^{-n}$	$\mu \left[\frac{1}{(1+\mu)^2} + \frac{1+2n}{1+\mu} \right] e^{-2n}$	$\left[\frac{1}{(1+\mu)^3} + \frac{1+3n}{(1+\mu)^2} + \frac{1+3n+\frac{9n^2}{2}}{1+\mu} \right] e^{-3n}$	$1 - e^{-g(n)} \quad (n < 1)$

Hypothèse : probabilité égale, quand une seule demi-position est inoccupée.
(A titre de comparaison avec ce qui précède.)

	$T = 1$	$T = 2$	$T = 3$	$T = \infty$
$\alpha =$	$\frac{r(1+r)}{1+r(1+r)}$	$\frac{2r(1+r)^2}{1+2r(1+r)^2}$	$\frac{3r(1+r)^3}{1+3r(1+r)^3}$	$\frac{2h}{2h+e^{-h}}$ $(h = \lim. T(r))$
$M =$	$\frac{r}{1+r}$	$\frac{r(1+2(1+r))}{2(1+r)^2}$	$\frac{r(1+2(1+r)+3(1+r)^2)}{3(1+r)^3}$	$\frac{h-1+e^{-h}}{h}$
$S(>) =$	$r \frac{1}{1+r} e^{-n}$	$r \left[\frac{1}{(1+r)^2} + \frac{1+2n}{1+r} \right] e^{-2n}$	$r \left[\frac{1}{(1+r)^3} + \frac{1+3n}{(1+r)^2} + \frac{1+3n+\frac{9n^2}{2}}{1+r} \right] e^{-3n}$	$1 - e^{-h(n)} \quad (n < 1)$

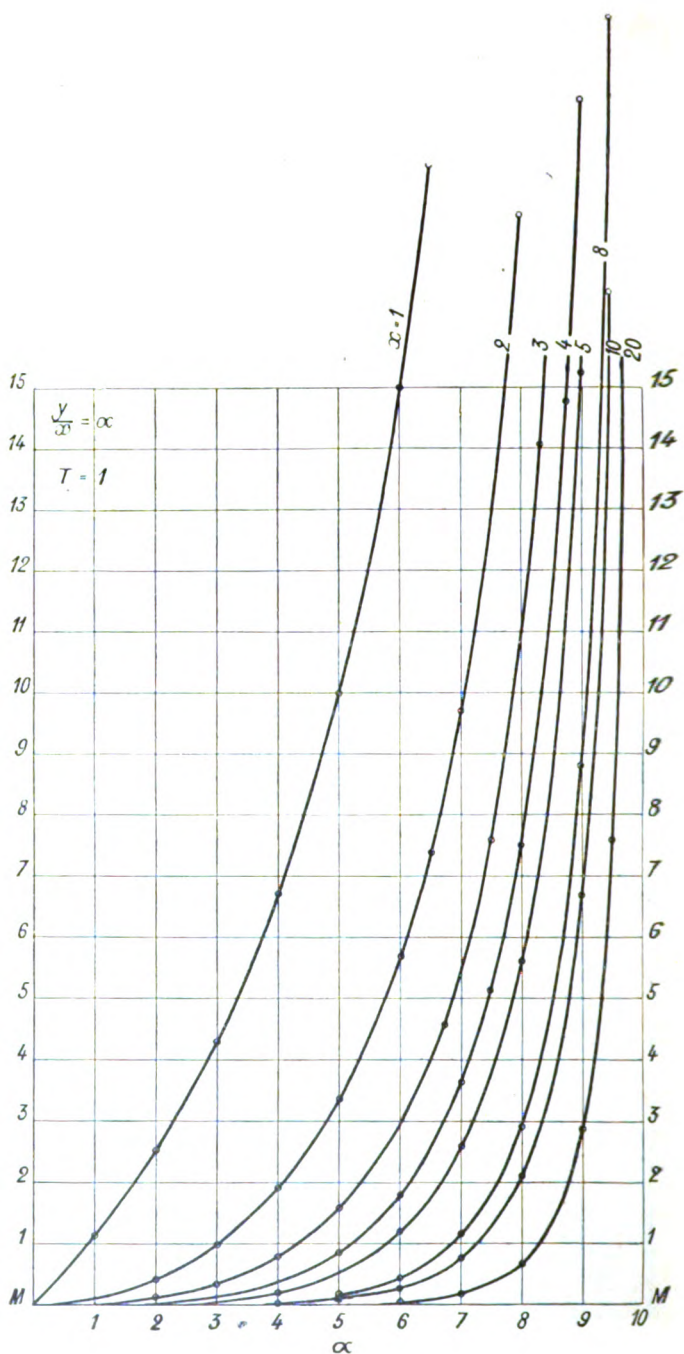
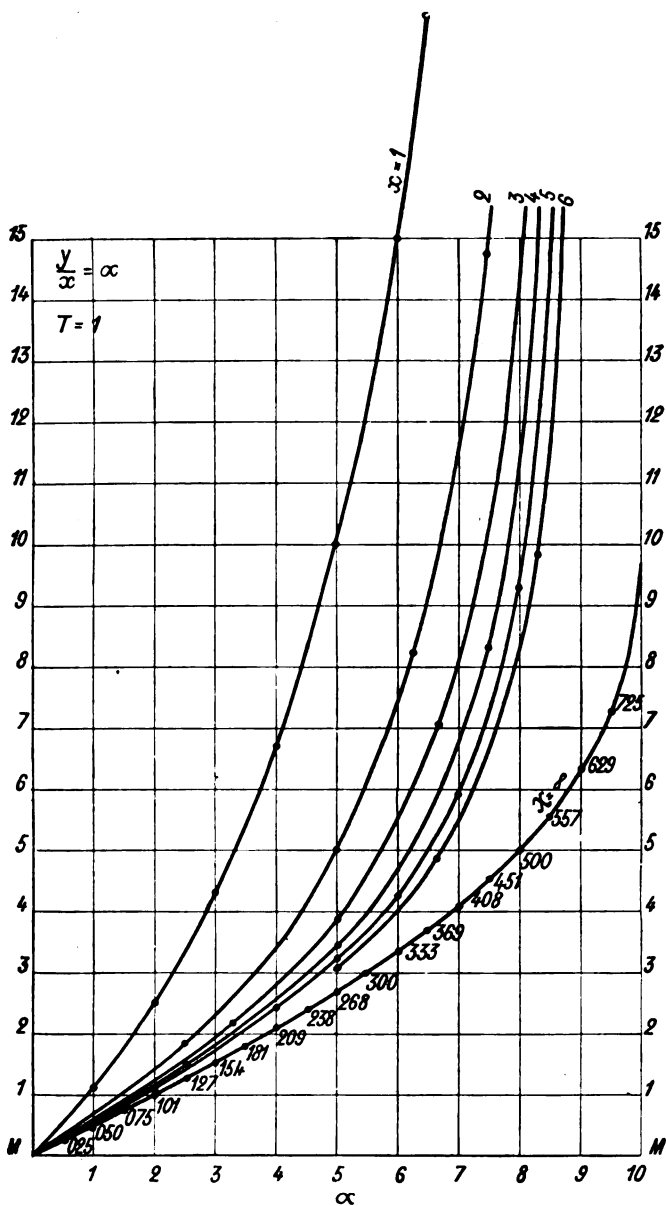


TABLEAU 10.
Durées d'attente moyennes M (positions non-divisées).



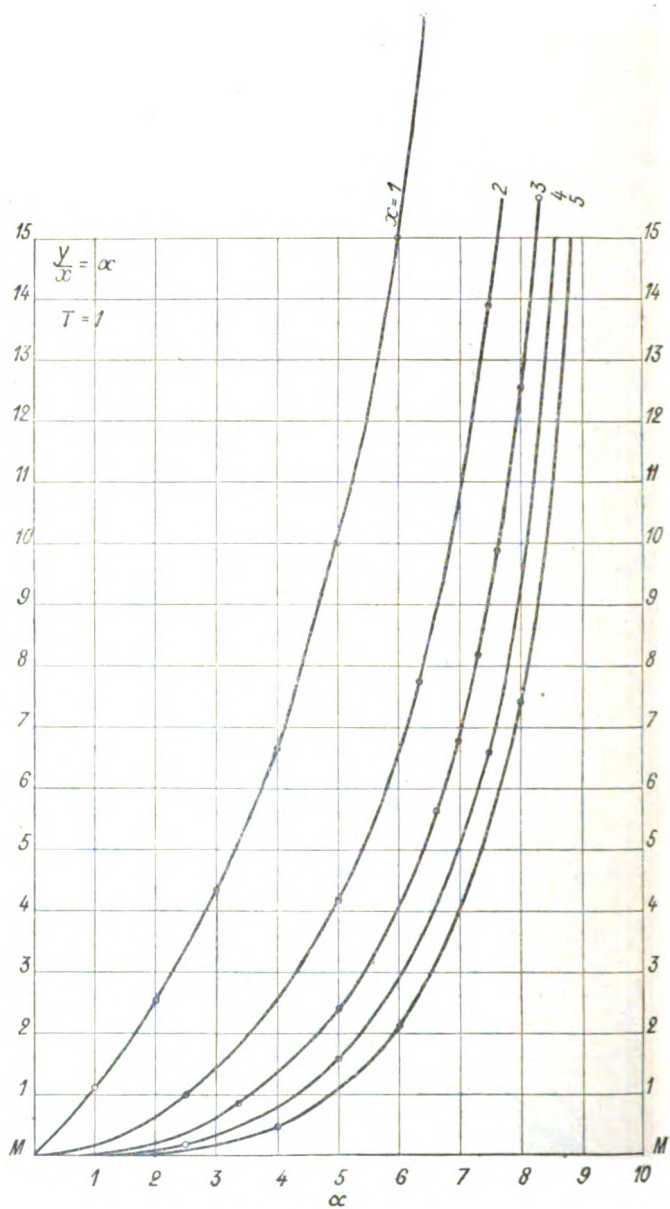


TABLEAU 12.
Durées d'attente moyennes M (demi-positions, système amélioré).

la distribution des appels ; leur rôle est de diriger chaque appel vers une opératrice qui est libre, ou qui, tout au moins, deviendra probablement libre bientôt. Les systèmes utilisés dans les parties les plus modernes de notre bureau central téléphonique principal, et aussi dans d'autres bureaux centraux, sont appelés *systèmes à demi-positions*. Chaque opératrice a deux « demi-positions » ; l'accès de chaque demi-position est barré pendant le temps que l'opératrice la dessert ; par contre, l'autre demi-position est libre si aucun appel n'y est en attente, et barré dans le cas contraire. (Au lieu de donner à l'opératrice deux demi-positions, il est naturellement possible de lui donner trois tiers de position, etc...) Pour étudier rigoureusement ce système, remarquons que nous avons tout naturellement deux variantes possibles : l'opératrice, dont une seule demi-position est inoccupée, peut avoir la même probabilité de recevoir un appel que celle dont les deux demi-positions sont inoccupées, ou bien une probabilité deux fois moindre ; cette dernière disposition est généralement préférée en pratique. On peut très souvent se contenter d'étudier le cas, relativement simple, d'un groupe étendu d'opératrices. On peut ensuite distinguer les hypothèses $T = 1$, $T = 2$, $T = 3$, ... Les différents degrés ou étapes d'occupation d'une opératrice sont représentés par des cercles sur la figure 2 du tableau 3. Le tableau 8 montre comment on peut trouver les probabilités fondamentales correspondantes, et le tableau 9 donne les formules définitives pour $S(\cdot)$ et M .

Pour les groupes restreints d'opératrices, par exemple pour $x = 1, 2, 3, \dots$, le problème est un peu plus difficile, et voilà pourquoi je ne l'ai traité que dans l'hypothèse $T = 1$, et seulement pour les demi-positions (non pour les tiers de positions, etc...) (voy. les figures 4, 5 et 6 du tableau 4). La figure 5 représente une forme nouvelle et améliorée du système à demi-position. Dans ce système, une opératrice n'ayant qu'une demi-position libre est dans l'impossibilité de recevoir un nouvel appel s'il existe une autre opératrice qui a deux positions libres. Le fonctionnement de ce système est clairement indiqué par la figure (').

1. De ces trois problèmes, le plus simple est celui qui est représenté par la figure 4. Il se traite par la même méthode que celui de la figure 6, tableau 2.

Si je n'avais été limité par le temps, il aurait été intéressant de relier ces théories aux autres applications connues de la notion d'équilibre statistique. Je citerai simplement :

1. La théorie d'Euler, sur la distribution des âges dans une population, vers 1750 (cf. *Opera*, série 1, volume 7) ; un cas particulier avait déjà été traité par Halley ⁽¹⁾ ; la théorie a été complétée par Lotka ⁽²⁾ et Nyhölle ⁽³⁾ ;

2. La fameuse loi de répartition de Maxwell pour les vitesses des molécules gazeuses, dont j'ai donné une démonstration élémentaire dans *Fysisk Tidsskrift*, 1925, p. 40 ⁽⁴⁾ ;

3. Les très intéressantes recherches de Hardy ⁽⁵⁾, Hagström ⁽⁶⁾, Bernstein ⁽⁷⁾, sur les dernières conséquences de la loi d'hérédité de Mendel.

(à suivre.)

1. E. HALLEY, *An estimate of the degrees of the mortality of Mankind, drawn from curious tables of the births and funerals at the city of Breslaw, with an attempt to ascertain the price of annuities upon lives* (Philosophical Transaction, janvier 1693, volume XVII, London).

2. A. J. LOTKA, *Studies on the mode of growth of material aggregates* (The American journal of science, août 1907, p. 199, et octobre 1907, p. 375) ;

F. R. SHARPE et A. J. LOTKA, *A problem in age distribution* (The London, Edinburgh and Dublin Philosophical magazine and Journal of science, avril 1911, p. 345).

A. J. LOTKA, *The general conditions of validity of the principle of Le Chatelier* (Proceedings of the American academy of sciences, janvier 1922, p. 21).

3. C.-L. NYHÖLLE, *Folketaellinger Kingeriget Danmark den 1. Februar 1921, udgivet af de Statistiske Departement* (Recensement général de la population du Danemark, le 1^{er} février 1921, publié par le Département de statistique), Copenhague, H. H. Thieles Bogtrykkeri, 1925.

4. Pour la traduction de cette démonstration, voy. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, d'avril 1926, p. 354.

5. G. H. HARDY, *Mendelian proportions in a mixed population* (Science, New York, 10 juillet 1909, p. 49).

6. K.-S. HAGSTROEN, *Un problème de limite de la statistique* (Compte-rendu du sixième Congrès des mathématiciens scandinaves à Copenhague, 31 août—4 septembre 1925, p. 345).

7. SERGE BERNSTEIN, *Démonstration mathématique de la loi d'hérédité de Mendel* (Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, séance du 17 septembre 1923, p. 528) ; *Principe de stationnarité et généralisations de la loi de Mendel* (Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, séance du 1^{er} octobre 1923, p. 581).

LES FILS QUI CHANTENT,

par J.-B. POMEY,

Que de fois, en me promenant dans la campagne, j'ai entendu avec ravissement les sons éoliens des fils télégraphiques ! Je revoyais alors, en pensée, ces dessins humoristiques où les fils télégraphiques représentent une portée, sur laquelle courent les notes de la gamme. Je souriais en me rappelant les braves gens qui avaient cru entendre la voix de l'électricité et qui s'imaginaient écouter le bruissement harmonieux des télégrammes qui passent. Il y avait bien quelque chose que je ne comprenais pas : avait-on affaire à des vibrations longitudinales du fil ou à des vibrations transversales ? Les poteaux agissaient-ils comme une boîte de résonance sur laquelle on pose un diapason ? Les lois des cordes sonores s'appliquaient-elles ? La vitesse du vent modifiait-elle la note émise, ou bien le frottement du vent était-il comparable à celui de l'archet ? Le diamètre du fil avait-il une influence ? Serait-il possible de réaliser un accord parfait en tendant convenablement des fils de différents diamètres ? Quelques ingénieurs du télégraphe ou quelques musiciens avaient-ils essayé de déterminer la hauteur du son, la grandeur de la portée, les dimensions, les constantes mécaniques, la vitesse et la direction du vent ?

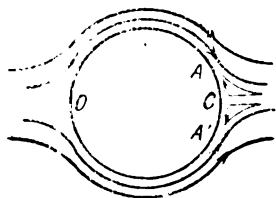
J'avoue que la plupart de ces questions sont pour moi restées sans réponse.

Aujourd'hui, je suppose qu'il doit s'agir, dans ce phénomène, de sons engendrés de la même façon que ceux des harpes éoliennes. Or la théorie des sons ainsi produits a fait de grands progrès, à partir du jour où l'on a découvert ce qu'on a appelé les *rues* de tourbillons. C'est, il est vrai, une pure question d'acoustique. Est-il convenable de s'en entretenir dans des Annales consacrées aux postes, télégraphes et téléphones ? Ce serait déjà quelque chose si ces considérations pouvaient expliquer les sons des fils télégraphiques ? Mais,

si l'on veut bien remarquer que le téléphone, le haut-parleur, la radio-diffusion des concerts rentrent bien dans la science de l'acoustique, on admettra bien que cette technique doive désormais être familière à tous ceux qui se consacrent aux télécommunications.

Le premier qui ait décrit les tourbillons alternés dont je vais parler, c'est A. Mallock, en 1907. Mais la périodicité des tourbillons avait été déjà aperçue par M. Brillouin ; c'est M. Bénard, à l'heure actuelle président de la Société française de physique, qui les a observés dès 1905 et qui en a fait l'objet, en 1908, 1913, 1926, de nombreuses notes à l'Institut, ayant commencé ces travaux sans connaître le mémoire initial de Mallock. Karman, en 1912, a essayé une théorie mathématique. Tout ce qui concerne la mécanique des fluides a pris, d'autre part, une importance exceptionnelle depuis que l'aviation est au premier plan dans les préoccupations des physiciens. Aujourd'hui, un corps de doctrine est en train de se constituer. Je me bornerai à dire, en quelques mots, en quoi consiste le phénomène principal.

Considérons un cylindre placé transversalement dans un courant uniforme d'un fluide. Traçons autour de lui des lignes de flux. Le

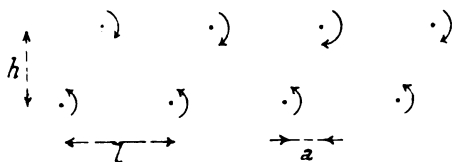


fluide, à partir du point O, glisse à la surface du solide ; mais cette ligne de flux, qui épouse la forme de la section droite du cylindre, s'en détache vers le point A (ou vers le point A'). Entre A et C, de même qu'entre A' et C, il se forme des tourbillons, et, comme les mouvements

le long de la paroi sont en sens contraires dans le voisinage de A ou de A', il faut qu'en ces points la vitesse soit nulle. Ces points marquent une région de grande instabilité. C'est de là que se détachent les tourbillons dont je vais parler.

M. Bénard examine les tourbillons alternés détachés à l'arrière d'un obstacle solide qui fend d'un mouvement uniforme une nappe liquide primitivement au repos. Cet obstacle peut avoir une forme symétrique quelconque, un fil, une règle, avec un biseau à l'avant pour fendre le liquide. Un tracteur électrique, poussant le petit chariot support d'obstacle, assurait à ce dernier, pendant tout le

trajet utile, une vitesse uniforme V , enregistrée par un diapason chronographe. Il se détache, à l'arrière de l'obstacle, une série de tourbillons, formant comme les arbres d'une avenue régulièrement plantée ; h est l'épaisseur de l'obstacle, l est l'équidistance des tourbillons ; les flèches indiquent le sens de leur rotation ; a , qui est généralement égal à $1/2 l$ pour la stabilité du phénomène, est le retrait d'une file par rapport à l'autre. Le rapport de h à l est de l'ordre de grandeur d'un tiers. La fréquence de la vibration repré-



sente le nombre de tourbillons formés en une seconde d'un côté du fil (ou de l'obstacle mobile). Le nombre de périodes par seconde est à peu près proportionnel à la vitesse et en raison inverse du diamètre.

Ainsi les tourbillons s'alignent à intervalles égaux sur deux files parallèles, avec des sens de rotation inverses : ceux de gauche, par exemple, décalés d'un demi-intervalle par rapport à ceux de droite, et cela, pour certaines vitesses (qui dépendent du rapport de la viscosité du fluide à sa densité), avec des obstacles parfaitement symétriques. L'appareil permettait de cinématographier, à raison de 25 images par seconde, une portion de la surface libre ; on observait des images données par réflexion sur la cuvette concave formée à la surface libre par chacun des tourbillons, et le dispositif optique permettait de déterminer avec précision le centre de chaque cuvette (1).

Je me borne à signaler ce curieux phénomène, persuadé que c'est dans cette voie que l'on trouvera l'application des sons divers émis par nos fils télégraphiques.

1. Le lecteur désireux d'avoir plus de détails sur ce sujet pourra consulter avec fruit le très bel ouvrage de E. G. Richardson, intitulé *Sound, a physical text-book* (Londres, Edward Arnold & Co, 1927).

Exploitation du
NOUVEAU CÂBLE TÉLÉGRAPHIQUE
RELIANT L'ALLEMAGNE A L'AMÉRIQUE, (1)

par A. KUNERT,
directeur des postes à Emden.

RÉSUMÉ. — Grâce à l'utilisation des plus récents procédés de transmission sur des câbles télégraphiques sous gutta et à charge continue, on a pu réaliser, même sur de longs câbles sous-marins, des vitesses de transmission dix fois plus élevées que sur les câbles non chargés, tout en se servant d'appareils imprimeurs au lieu du recorder. Le nouveau câble allemand d'Emden en Amérique est le premier au monde qui soit exploité à l'aide d'une installation quintuple. On décrit, dans le présent article, les appareils utilisés pour l'exploitation de ce câble (transmetteur, récepteur, distributeur, amplificateur, etc...) et les montages, en particulier les nouveaux dispositifs pour la réception avec relais vibrateurs, le maintien du synchronisme des distributeurs et la commutation automatique du sens de la transmission.

Le câble Emden—Borkum—Horta (Açores) de la Deutsch-Atlantischen Telegraphengesellschaft, mis en service le 4 mars 1927, et qui se raccorde à un câble de même nature Horta—New-York appartenant à la compagnie Western Union, est exploité entre Emden et New-York au moyen d'une installation quintuple non-duplexée. Le sens de la transmission est inversé automatiquement après un nombre déterminé de tours du distributeur. On utilise, au départ, des transmetteurs automatiques à bandes perforées. Les signaux, à l'arrivée, sont amplifiés par des lampes triodes, puis enfin traduits en caractères typographiques sur des bandes de papier.

Le nouveau câble, long d'environ 3.500 kilomètres, est isolé à la gutta-percha, sa résistance R en courant continu est de 4.520 ohms, et sa capacité C de 750 microfarads ; sans conducteurs de

1. Traduction, abrégée, d'un article paru dans la revue *E.T.Z.* des 20 et 27 octobre 1927.

retour, $CR = 3^s,4$. Sur des câbles de cette longueur, on ne pouvait, jusqu'à ce jour, travailler qu'à une vitesse de 150 à 200 lettres à la minute. Avec ce nouveau câble, on réalise une vitesse dix fois plus grande, généralement de 1500 lettres à la minute. On a obtenu ce résultat par les moyens suivants :

1° Augmentation de l'inductance du câble par enroulement d'un ruban de permalloy (alliage de fer et nickel) selon le procédé Krarup ; l'inductance contre-balance la capacité et diminue l'affaiblissement ; celui-ci n'est que de 7,5 pour la distance Borkum—Horta ; le temps de propagation est de $0^s,36$;

2° Artifices de montages aux extrémités transmettrice et réceptrice, en vue d'améliorer la forme des signaux ;

3° Amplification des signaux d'arrivée ;

4° Utilisation, à la réception, du procédé dit « à relais vibreur ».

Comme il est désavantageux d'utiliser une vitesse aussi grande avec un seul appareil, on a adopté un système multiple. Pour le moment, on s'en est tenu à la transmission simple, vu la grande longueur et la grande capacité du conducteur, de sorte qu'on ne travaille pas encore en duplex.

Le système multiple utilisé est un quintuple du genre Baudot, avec l'alphabet Murray. Les secteurs sont désignés par lettres de A à E.

On exploite directement entre Emden et New York deux secteurs avec le poste de la Commercial C^o, deux autres secteurs avec le poste de la compagnie Western Union, tous deux installés à New York ; le cinquième secteur sert au trafic de Emden à Horta et de Horta à New York. Des retransmissions automatiques ont lieu à Horta et à Hammel (Long Island).

I. DISPOSITIF DE TRANSMISSION.

Les signaux sont émis à l'aide de transmetteurs automatiques et de bandes perforées.

La figure 1 montre, pour le secteur A, les connexions reliant le transmetteur au distributeur et au câble. Le transmetteur, primitivement destiné à des lignes terrestres, n'offrant pas un isole-

ment suffisant pour des lignes en câble, on a disposé des relais de transmission particuliers R_1 à R_5 . Pour les cinq secteurs, il existe donc vingt-cinq de ces relais. Les contacts de repos des leviers de touches, de même que ceux des relais de transmission, sont reliés avec une batterie de repos, en opposition avec la batterie de tra-

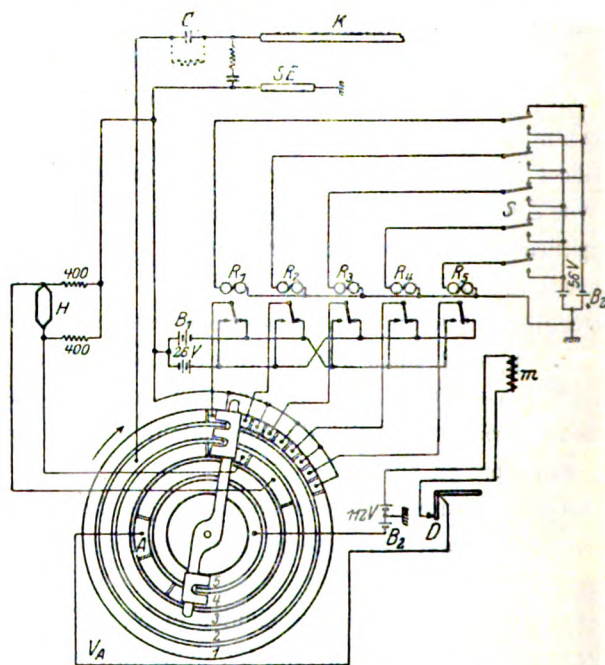


Fig. 1. — Dispositif de transmission.

vail. En outre, après chaque émission de travail et de repos, le câble est mis à la terre pendant une même durée. La couronne de transmission du distributeur comprend donc, pour chaque secteur, 2×5 contacts.

Pour des raisons exposées plus loin à l'occasion du réglage du synchronisme, il ne faut pas que, pendant les suspensions du travail, le courant permanent du repos ait toujours le même sens. C'est pourquoi on prend comme courant de travail, dans les secteurs A, C et E, le négatif pour les deux premières émissions, le positif pour les émissions 3 à 5, et, dans les secteurs B et D, le positif

pour les deux premières émissions et le négatif pour les trois dernières, de sorte que, pendant les arrêts de la transmission, il passe dans la ligne des courants dont le sens est indiqué ci-dessous :

A	B	C	D	E
++ ---	--- ++	++ ---	--- ++	++ ---

Les relais de transmission des différents secteurs sont connectés en conséquence.

Les signaux de départ sont enregistrés par un petit recorder, H ; à cet effet, on utilise une dérivation du courant de transmission par une couronne spéciale du distributeur. Afin de pouvoir lire plus facilement les signaux du recorder, on amène cette dérivation à l'une des extrémités du cadre récepteur, pour les deux premières émissions, et à l'autre extrémité pour les dernières émissions. On envoie les signaux des secteurs A et D dans le même recorder, de sorte qu'ils s'inscrivent les uns à la suite des autres, mais sont séparés par un intervalle. L'on envoie, de même, dans un deuxième recorder, les signaux des secteurs B et E ; tandis que, pour le 3^e secteur, on emploie, si c'est nécessaire, un recorder particulier.

Pour l'amélioration de la forme des signaux, un condensateur de blocage C de 40 microfarads, shunté par une résistance de 10000 ohms, se trouve placé entre la couronne de transmission et le câble K. Ce shunt est supprimé quand les courants telluriques deviennent gênants. La dérivation à la terre, composée d'un condensateur de 200 microfarads, en série avec une résistance de 100 à 800 ohms, doit maintenir plus uniforme l'impédance du câble, dans lequel se décharge le condensateur de blocage.

III. DISPOSITIF DE RÉCEPTION.

Montage amplificateur. — Les lignes en câbles diminuent l'amplitude des courants alternés et déforment les signaux. Par suite de l'affaiblissement considérable du câble, et comme il est prudent que la tension, au départ, ne dépasse pas + 50 volts, les signaux, à l'arrivée, sont très faibles. Il est donc nécessaire de les amplifier. A cet effet, on emploie des amplificateurs à quatre étages de lampes triodes avec, au quatrième étage, deux lampes de puis-

sance, connectées en parallèle. On doit, en outre, corriger la distortion subie par les signaux et leur donner une forme aussi rectangulaire que possible. Le montage de l'amplificateur est représenté sur la figure 2. Le câble est couplé avec la première lampe R_1 , à l'aide d'un transformateur T ; les autres étages sont couplés par capacité.

Le shunt inductif N_1 filtre les basses fréquences et ne les laisse passer dans l'amplificateur que très atténuées. Pour les courants de travail allant jusqu'à 20 p.p.s., le condensateur shunté par S_1 suffit à l'amélioration des signaux ; le dispositif S_1 remplit le même office pour les courants jusqu'à 30 p.p.s. ; pour les courants dépassant cette fréquence, le transformateur d'entrée T est indispensable.

Plusieurs émissions de même sens sont évidemment plus nettement enregistrées qu'une seule émission isolée ; mais cela n'a pas d'inconvénient, car la fréquence qui correspond au minimum de durée d'une impulsion est produite en local, par un vibreur, dans le circuit de réception. On s'arrange pour donner à la durée d'une alternance, de positif à négatif, une valeur égale au maximum à 25 p. 100 de la durée totale d'un signal. Tous les organes, schématisés sur la figure 2, sont enfermés dans un meuble recouvert d'une feuille de cuivre, qui est mise en communication avec la terre. Le transformateur T est enfermé dans une boîte en permalloy.

Variation de la ligne médiane. — Le circuit de plaque du quatrième étage comprend le relais $L R$ qui actionne les appareils de réception, un second relais SR qui sert à maintenir le synchronisme entre les distributeurs, et un autre relais ZR . L'ensemble des dispositifs d'accord mentionnés jusqu'à présent ne peut empêcher complètement que la ligne médiane des signaux d'arrivée enregistrés sur un oscillographe ou un recorder ne soit déplacée vers l'un ou l'autre côté dès que plusieurs courants de même sens sont émis à la suite les uns des autres. Des courants telluriques peuvent également provoquer un déplacement de la ligne du zéro. L'armature du relais ZR est, en temps ordinaire, maintenue par des ressorts et ne touche pas ses butoirs. Quand ce relais est traversé par des courants d'intensité suffisante, son armature se place,

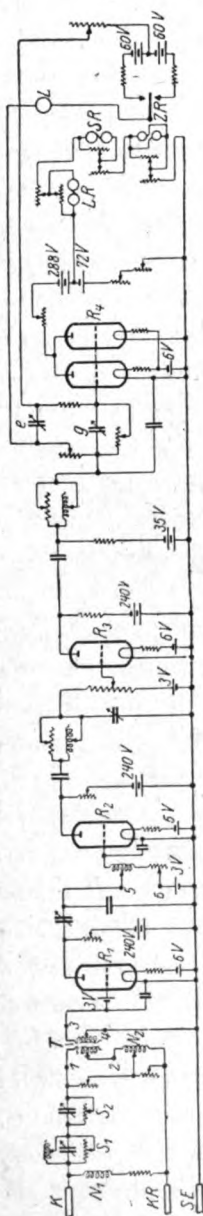


Fig. 2. — Réception d'amplification.

- K, conducteur du câble.
 KR, terre à la réception,
 SE, terre à la transmission,
 N₁, N₂, shunts inductifs,
 S₁, filtre,
 S₂, condensateur shunté,
 T, transformateur,
 R₁ à R₄, lampes amplificatrices,
 1/2, 3/4, 5/6, points shuntés pendant la transmission,
 L, haut-parleur
 ZR, relais correcteur,
 SR, relais de synchronisme,
 LR, relais de ligne

selon le sens du courant, sur l'un ou l'autre des butoirs et applique, par conséquent, une tension positive ou négative au condensateur *e*, qui est connecté en parallèle avec le condensateur *g*, lequel est en série avec la grille du quatrième étage. ZR est réglé de telle sorte qu'il ne fonctionne pas quand il est traversé par des courants de travail ou de repos d'intensité ordinaire, ce qui correspond à la médiane non déplacée. Mais, si celle-ci est rejetée, par exemple, vers le côté positif, les courants de travail positifs deviennent plus intenses, ZR fonctionne et charge *e* négativement. Cette charge se communique lentement au condensateur *g* et s'égalise finalement dans le shunt de ce dernier. Cette charge de *g* s'oppose à celle des courants positifs trop intenses ; la médiane est par suite ramenée vers le côté négatif. Cette action se poursuivra jusqu'à ce que l'inégalité ait disparu. Dans ce circuit, se trouve inséré un haut-parleur *L*, qui permet de se rendre compte à l'ouïe si ZR fonctionne souvent. Dans les conditions normales, ZR ne doit pas fonctionner plus d'une ou deux fois par minute.

Vibrateur. — Par suite de l'affaiblissement dans le câble, l'amplitude des ondes du courant transmis est d'autant plus diminuée que les émissions distinctes de courant sont plus courtes ou que la fréquence est plus élevée. La durée minimum des émissions d'un signal est déterminée par la vitesse de rotation des balais. Cette vitesse est donc limitée, vers sa valeur supérieure, par cette condition que les impulsions séparées, après amplification, doivent produire un courant encore suffisant pour actionner le relais LR. Si l'on va au delà de cette limite, LR ne fonctionne plus sous l'effet des impulsions élémentaires, mais seulement sous celle de plusieurs émissions successives de même sens. Si l'on émet en local, au poste récepteur, des courants ayant la durée d'une impulsion élémentaire, de sens et d'intensité appropriés, et si on les fait agir sur le relais LR, ou sur un relais qui dépende de celui-ci, on pourra travailler à une vitesse plus grande que si les émissions reçues devaient actionner elles-mêmes ce relais. Si l'on admet que des émissions de courant ayant la durée correspondant à deux impulsions deviennent, pour une vitesse doublée, à peu près aussi courtes que

les émissions élémentaires, et qu'elles peuvent encore cependant actionner le relais L.R, on aura atteint ainsi, grâce à ces vibrations auxiliaires produites en local, une vitesse double. Dans la pratique, on n'arrive pas absolument à un tel résultat, mais on réalise néanmoins une augmentation très sensible de la vitesse. Ces vibrations sont produites par deux couronnes divisées du distributeur de réception, de telle sorte que la durée des impulsions soit dans le rapport convenable avec celle des signaux d'arrivée. L'effet de ces vibrations sera étudiée de plus près quand nous décrirons le montage relatif à la réception.

Traducteur. — L'impression des signaux a lieu sur une bande de papier gommé, que viennent frapper les leviers porte-caractères, comme dans une machine à écrire. Le combinateur est du type à cinq disques, avec entailles et reliefs : lorsqu'un ou plusieurs de ces disques sont décalés, par suite du fonctionnement de l'électro-aimant qui leur correspond, l'ensemble présente, sur une génératrice, cinq creux : un levier sélecteur tombe dans la rainure ainsi formée et provoque le déclenchement du levier imprimeur correspondant à la combinaison reçue : l'impression a lieu, puis la progression du papier.

L'inversion est produite par la combinaison « chiffres » : le levier sélecteur de cette combinaison, qui n'est relié à aucun levier porte-caractère, déplace vers l'avant la roue d'entraînement de la bande. A partir de ce moment, on imprime les chiffres et signes de ponctuation placés à la partie antérieure du levier porte-caractères, sans qu'il se produise d'intervalles dans le texte imprimé. Si les chiffres doivent être séparés des lettres qui les précèdent, la combinaison représentant l'espacement des mots doit être transmise. La roue d'entraînement de bande reste décalée jusqu'à ce qu'elle soit ramenée de nouveau en arrière par la combinaison « lettres ».

Si, après avoir reçu la combinaison affectée aux « chiffres », on reçoit celle qui correspond à la lettre « J », le levier sélecteur correspondant est dégagé de son levier porte-caractère et mis en relation avec une sonnerie, dont le marteau frappe un coup sur le

timbre. Ce signal est utilisé pour attirer l'attention du correspondant, en vue de reprendre la transmission après une suspension du travail.

Connexions. — On a représenté sur la figure 3 les connexions de réception pour le secteur A. La ligne en pointillé indique la position des balais au début de leur rotation. La couronne 3, par l'intermédiaire de laquelle les électro-aimants sélecteurs M_1 à M_5 reçoivent leur courant, est subdivisée, pour chaque secteur, en 10 contacts de $7^{\circ},2$ de large ; deux contacts par lesquels peut passer le courant sont séparés par un contact isolé. La couronne est disposée de telle sorte qu'on n'utilise, comme au baudot, que la partie médiane des émissions.

Le relais récepteur LR peut prendre trois positions, tout comme le relais ZR, dont on a déjà expliqué la fonction. Au repos, quand aucun courant ne le traverse, son armature se trouve en équilibre entre les deux butoirs. Les trois autres relais n'ont que deux positions ; leur armature reste sur le butoir où l'a amenée la dernière émission du courant, jusqu'à ce qu'une impulsion de sens contraire la ramène sur l'autre butoir. Sous l'action d'un courant positif venant de la ligne, l'index de LR est amené sur le butoir relié au pôle positif de la batterie B_1 , et vice-versa. L'armature de LR est reliée à la bobine antagoniste c du relais vibreur VR ; ce circuit comprend un ampèremètre A_1 et un rhéostat de réglage T_1 . L'armature de VR envoie du courant dans le relais d'impression DR, et cela dans un sens tel, que l'armature de DR s'applique toujours sur le butoir relié au pôle de la batterie B_2 , auquel est reliée également l'armature de VR. Le relais DR envoie du courant dans les électro-aimants M_1 à M_5 par la couronne pleine 4 et les contacts de la couronne réceptrice 3. Par suite du croisement des pôles de la batterie au poste transmetteur, les fils de retour des électro-aimants M_1 et M_2 sont connectés au contact positif de l'armature de DR ; ceux des électro-aimants M_3 à M_5 le sont au contact négatif de la même armature. L'armature de VR et son second enroulement, la bobine de vibration b, sont reliés aux couronnes de vibration 1 et 2. La couronne 2 est divisée, pour chaque secteur, en 10

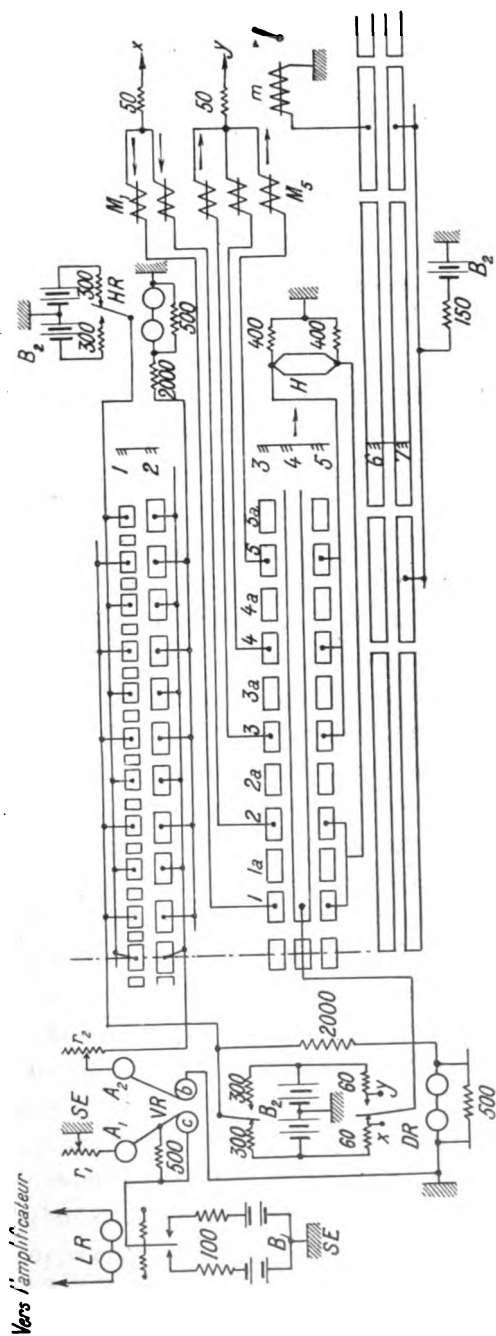


Fig. 3. — Plateau de réception.

contacts de 7°,2. Ceux de rang pair, qui se trouvent juste au dessus des contacts d'écourtement de la couronne de réception 3, sont reliés à la bobine b par un rhéostat de réglage r_1 et un ampèremètre A_2 . Les autres contacts de cette couronne communiquent avec le relais de vibration auxiliaire HR. La couronne 1 est divisée, pour chaque secteur, en 20 contacts : les 10 plus longs (4°,8) sont juste au dessus du milieu des contacts de la couronne 2 ; les dix plus courts (2°,4) sont isolés. Les contacts ~~impairs~~ les plus longs qui correspondent aux contacts d'écourtement de la couronne 3, sont reliés à l'armature du relais HR ; les autres, à l'armature du relais VR. Quand la paire de balais relie les contacts correspondants, un courant provenant de la batterie B_2 , est envoyé dans HR et place constamment l'armature de ce dernier dans une position opposée à celle de VR, c'est-à-dire que, si l'armature de VR est reliée au pôle positif de B_2 , l'armature de HR est reliée au pôle négatif, et vice versa. Si les balais de réception se trouvent sur les contacts d'espacement de la couronne 3, un courant venant de l'armature du relais HR est envoyé dans la bobine b du relais VR. La bobine b est connectée de telle sorte que le relais VR, sous l'action de ce courant, puisse placer chaque fois son armature sur l'autre contact, c'est-à-dire sur le contact relié avec le même pôle de B_2 , auquel est reliée aussi l'armature de HR. Supposons d'abord que la bobine antagoniste c de VR ne soit pas parcourue par un courant ; l'armature de ce relais peut obéir à l'action exercée par la bobine b et abandonne la position de la figure pour se placer à droite ; quand les balais de vibration parviendront sur un contact pair, VR enverra une impulsion de sens opposé à travers HR ; l'armature de celui-ci se déplacera vers la gauche, et ainsi de suite. Les deux relais exécutent des vibrations qui, étant commandées par le distributeur, ont exactement la même fréquence que les émissions élémentaires des signaux d'arrivée. Les contacts d'espacement de la couronne 1 ont pour but d'empêcher les courts-circuits entre les deux armatures des relais quand le balai passe d'un contact à l'autre. Les résistances r_1 et r_2 doivent être calculées de façon que, lorsque LR a fonctionné, le courant, dans la bobine antagoniste c de VR, surmonte toujours l'action dans la bobine b ,

soit que les deux courants aient le même sens, soit qu'ils aient des sens opposés. Ainsi, tant que le relais récepteur LR fonctionne sous l'action d'émissions d'arrivée et que son armature repose sur l'un ou l'autre des butoirs, l'armature du relais VR n'accomplit que les mouvements commandés par l'armature du relais LR. Les vibrations ne se mettent en jeu que lorsque LR n'est plus excité, ou quand le courant qui le traverse n'est pas assez intense pour faire fonctionner ce relais.

Supposons que le bureau correspondant transmette la lettre « Q », qui, par suite du croisement, déjà expliqué précédemment, des pôles de la batterie au relais de transmission, se trouve représentée sur la ligne par les émissions suivantes :

— — + — +

Aussitôt que le courant négatif atteint, sur la ligne, une intensité suffisante, l'armature du relais LR se déplace vers la droite ; sous l'action du courant parcourant la bobine antagoniste c, VR porte aussi son armature vers la droite, et celle de DR se déplace de même ; quand les balais atteignent le contact 1 de la couronne 3, l'électro-aimant sélecteur M₁ reçoit du courant de la batterie B₂. Le courant qui traverse en même temps le relais HR déplace l'armature de celui-ci vers la gauche, sur le butoir +. Quand les balais arrivent au contact impair 1a, HR envoie un courant dans la bobine b de VR, courant qui déplacerait vers la gauche l'armature de ce dernier relais si toutefois le courant dans le relais de ligne LR ne persistait encore. Mais, dans ces conditions, rien n'est changé dans la position des relais ; l'électro-aimant M₂, par l'intermédiaire du contact 2, se trouve excité. Le relais HR, simultanément, reçoit de nouveau la même impulsion de courant qu'auparavant ; son armature reste placée à gauche. Enfin, quand les balais arrivent sur le contact 2a, l'émission négative continue, formée des deux impulsions élémentaires, prend fin sur la ligne. LR libère son armature, dont l'index se place sur la position médiane, la bobine c n'est plus excitée, et le courant circulant dans la bobine b déplace l'armature de VR vers la gauche. L'impulsion élémentaire positive suivante, lancée maintenant sur la ligne, devrait déplacer également vers la gauche les

armatures de LR et de VR ; mais, comme nous pouvons le voir, cela se produit déjà sous l'action du courant de vibration, même si le courant de ligne, qui n'a que la durée d'une impulsion élémentaire, n'a pas l'intensité suffisante pour faire seul fonctionner le relais LR. Par l'intermédiaire du contact 3, M_3 se trouve excité. En même temps, le relais HR reçoit du courant positif et déplace son armature vers la droite. Quand les balais arrivent sur le contact 3a, HR envoie alors du courant négatif dans la bobine b. Si le courant positif qui arrivait auparavant par la ligne durait encore, par exemple dans le cas de deux impulsions élémentaires successives, ce courant vibratoire n'aurait aucun effet sur la bobine b. Mais, dans le cas envisagé, le courant passant dans LR s'est déjà affaibli au point de ne pouvoir faire fonctionner ce dernier relais : et, comme, d'autre part, le courant négatif commence à circuler sur la ligne et tend à déplacer également vers la droite les armatures de LR et de VR, VR déjà sous l'action du courant de la bobine b amène son armature vers la droite ; DR, à son tour, applique la sienne sur le contact y ; M_4 ne reçoit pas de courant sur le contact 4, car il est shunté par les balais. Par contre, HR reçoit du courant négatif et déplace son armature vers la gauche. Sur le contact 4a, la bobine b reçoit du courant positif du relais HR, et porte son armature vers la gauche, parce que le courant négatif a faibli sur la ligne et que le courant positif commence à circuler. Sur le contact 5, M_5 reçoit du courant. Par conséquent, M_1 , M_2 , M_3 et M_5 fonctionnent, et la lettre « Q » s'imprime. Que M_3 et M_5 soient parcourus par le courant dans un sens opposé à celui qu'il a dans M_1 et M_2 , cela n'a aucune importance, car les électro-aimants sélecteurs ne sont pas polarisés.

En résumé, les courants vibratoires renforcent l'effet des courants de ligne et préparent l'action de ces derniers, aussi longtemps qu'arrivent des émissions alternativement positives et négatives. Si plusieurs impulsions de même sens se succèdent, l'action du courant de LR prédomine dans la bobine antagoniste du relais de vibration, les courants vibratoires restent sans effet.

Un court instant après le fonctionnement des cinq électro-aimants sélecteurs, le relais de déclenchement m du premier impri-

meur reçoit, par les couronnes 6 et 7, le courant nécessaire pour que s'imprime le signal correspondant à la combinaison reçue.

Des impulsions de courant sont dérivées de l'armature du relais DR, par la couronne 5 et par le shunt, à un recorder, qui les enregistre. La couronne 5 est subdivisée également en 10 contacts pour chaque secteur, mais d'une manière qui diffère de celle de la couronne de contrôle du distributeur de transmission. Il en résulte que les émissions successives de même sens se trouvent coupées par les contacts intermédiaires isolés, ce qui facilite la lecture.

Le montage des autres secteurs ne se distingue de celui qu'on vient de décrire que par la connexion des fils de retour des électro-aimants sélecteurs aux contacts du relais DR et des conducteurs reliés aux recorders de contrôle.

Les contacts 1a et 2a sont, dans chaque secteur, reliés entre eux ainsi qu'avec le fil de retour commun aux électro-aimants M_1 et M_2 , en passant par une lampe, c'est-à-dire qu'ils sont reliés, dans les secteurs A, C, E, avec le contact x du relais DR et, dans les secteurs B et D, avec le contact y de ce même relais. Cette lampe s'allume quand les électro-aimants M_1 ou M_2 , recevant du courant, doivent être actionnés et que, par conséquent, l'imprimeur doit fonctionner.

A l'allumage des lampes, on reconnaît, pendant les suspensions de service, si des courants de travail arrivent sur un secteur.

III. DISTRIBUTEURS ET APPAREILS ACCESSOIRES.

Des distributeurs sont installés à Emden, Horta et New York. Le distributeur de Horta reçoit les signaux de la section Emden—Horta et les retransmet dans la section Horta—New-York, ou réciproquement.

Le distributeur installé à Emden présente la même disposition que le précédent, de sorte qu'il peut également être utilisé comme distributeur translateur pour réexpédier sur un autre câble. Il comprend trois plateaux.

Le plateau 1 porte 4 couronnes numérotées de l'extérieur vers le centre. La couronne 1 comprend 5×10 contacts ; la couronne 2

n'est pas subdivisée ; les deux sont utilisées à Horta pour le maintien du synchronisme quand on travaille avec le bureau extrême oriental (Emden). A Emden, ces deux couronnes ne sont pas utilisées. La couronne 3 (5×10 contacts) et la couronne 4 (non-subdivisée) servent à Emden pour le maintien du synchronisme avec Horta ; à Horta, pour le même objet avec New York. Les couronnes 3 et 4 sont décalées de $10^{\circ},4$ (2 contacts) par rapport aux couronnes 1 et 2.

Le plateau 2 (à Emden, plateau de transmission) comprend 12 couronnes. La couronne 1 est divisée en 5×10 grands contacts et 5×10 contacts plus petits ; les couronnes 2, 3, 5, 6 ont 5×10 contacts ; les couronnes 8, 9, 10, 11 en ont 5×2 ; la couronne 4 en a 2 ; les couronnes 7 et 12 ne sont pas subdivisées. Les couronnes 1 et 2, inutilisées à Emden, sont employées à Horta à la vibration pour la réception venant de l'est (Emden). Les couronnes 3 à 5 servent pour la réception de l'est et le contrôle des signaux imprimés ; elles restent aussi inutilisées à Emden. Les couronnes 6, 7 sont les couronnes de transmission ; la couronne 8 est affectée au contrôle des signaux transmis. Les couronnes 9 et 10 se trouvent dans le circuit local du transmetteur ; à la couronne 10, sont reliés, les uns au dessous des autres, les 5 contacts affectés au transmetteur (voy. fig. 1, couronne pleine 5) ; les cinq contacts de transmission de la couronne 9 actionnent les électro-aimants de progression des cinq transmetteurs (contacts A de la couronne 4 de la figure 1). Cinq contacts des deux couronnes restent inutilisés à Emden, parce qu'ils sont affectés au courant local dans la réception de l'est. Les couronnes 11 et 12 actionnent, à la fin du temps réservé à la transmission, l'inverseur de sens qui sera décrit plus loin.

Le plateau 3 (plateau de réception à Emden) correspond au plateau 2, au point de vue du nombre des couronnes et de leur subdivision. A Emden, les couronnes 1 et 2 servent à la vibration pour la réception de Horta ; les couronnes 3 et 4 sont les couronnes de réception. Des deux contacts de la couronne 4, l'un sert de couronne pleine (fig. 3, couronne 4) pour les secteurs A et B, l'autre pour les secteurs C à E. La couronne 5 est destinée au contrôle, à l'aide du recorder, des signaux imprimés ; les couronnes 6 à 8 (in-

tilisées à Emden) sont destinées à la transmission vers l'est. Aux couronnes 9 et 10, qui correspondent aux couronnes 6 et 7 de la figure 3, cinq des contacts actionnent les relais de commande des cinq récepteurs, tandis que les cinq autres sont destinés à la transmission vers l'est et restent inutilisés à Emden. Les couronnes 11

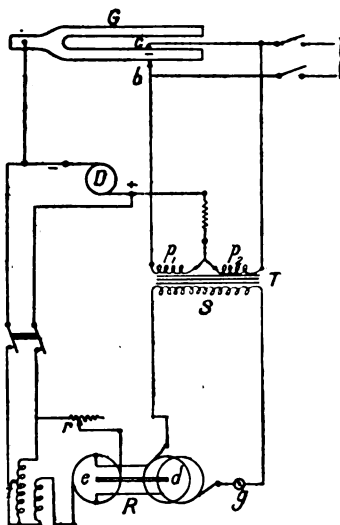


Fig. 4. — Moteur Morkrum.

et 12 servent à l'inversion de sens à la fin du temps réservé à la réception.

L'entraînement des balais se fait par une roue phonique de la Cour et un moteur Morkrum.

La température, à l'intérieur de la boîte du diapason, est maintenue constante et légèrement au dessus de celle de la salle à l'aide d'un chauffage électrique à réglage automatique. Les vibrations du diapason sont très constantes, même si le voltage de la source de courant vient à varier quelque peu. Pour rendre également la vitesse indépendante de la charge et des résistances de frottement éventuelles, une roue creuse, remplie de mercure, est disposée à l'extrémité de l'axe du moteur et forme volant. Bien que le diapason exécute un nombre très constant de vibrations, on fait de nouveaux essais avec un diapason sans contacts, dont les vibra-

tions sont entretenues par un électro-aimant commandé par une lampe à vide.

La roue phonique donne ainsi une vitesse de rotation constante ; mais elle ne possède pas une très grande force motrice ; aussi accouple-t-on encore, avec l'arbre de rotation, un moteur Morkrum R (fig. 4), qui, il est vrai, ne tourne pas aussi régulièrement, mais, en revanche, fournit une bien plus grande force d'entraînement. Son axe porte, sur un côté, un commutateur à courant continu e ; sur l'autre, deux bagues collectrices d, qui sont reliées, par les balais et une lampe de 150 watts g, avec le secondaire s d'un transformateur T. Les extrémités de l'enroulement primaire, p_1 et p_2 , se trouvent aux contacts b et c du diapason, tandis que son milieu est relié au pôle + de la source du courant continu D. Le courant continu est conduit aussi à l'inducteur f et, par le commutateur e, à l'induit du moteur bi-polaire de liaison R, d'une puissance de 1/10 de cheval. Le nombre de tours par minute du moteur, à pleine alimentation et soustrait à l'action des courants alternatifs, est de 3800. Quand le diapason ferme le contact extérieur b, le courant circule du + vers le —, en passant par le milieu du primaire, à travers p_1 ; quand le contact intérieur c est fermé, le courant va du + au — par p_2 . Comme les deux courants circulent en sens inverse dans le primaire, il se produit, dans le secondaire du transformateur, des courants alternatifs, qui sont amenés, par les collecteurs d, en deux points du commutateur e. La réunion du courant continu et du courant alternatif dans l'induit du moteur produit l'effet suivant : le courant continu, amené au commutateur, se transforme, dans les bobinages de l'induit, en courants alternatifs, dont la fréquence dépend du nombre de tours effectués par le moteur. Pour un moteur bi-polaire, la fréquence, dans chaque enroulement de l'induit, est égale au nombre de tours par seconde de l'induit ; autrement dit, le sens du courant dans chaque enroulement change à chaque demi-révolution. La rotation de l'induit dans le champ magnétique produit une force contre-électromotrice, qui est proportionnelle à la vitesse de rotation.

Quand le nombre de tours augmente, le courant d'induit et, avec lui, le moment de rotation décroissent, par suite de la force

contre-électromotrice croissante. Le moteur finit par atteindre une vitesse stable, qu'on peut régler par le rhéostat *r*. Tandis que la fréquence des courants alternatifs, qui sont provoqués par la source de courant continu dans les enroulements de l'induit, croît avec le nombre de tours, la fréquence du courant alternatif du transformateur ne dépend pas du nombre de tours du moteur, mais seulement du nombre de vibrations du diapason. Pour une vitesse déterminée, les fréquences des deux courants seront égales, et les courants alternatifs qui, par les collecteurs *d*, circulent dans l'induit, tendent alors à maintenir la constance du nombre de tours de l'induit. Si l'induit tend à tourner plus vite, par exemple parce

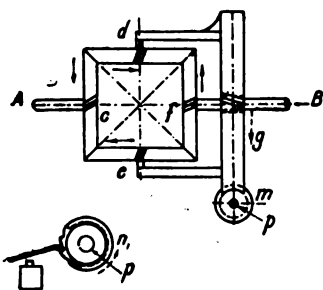


Fig. 5. — Embrayage différentiel.

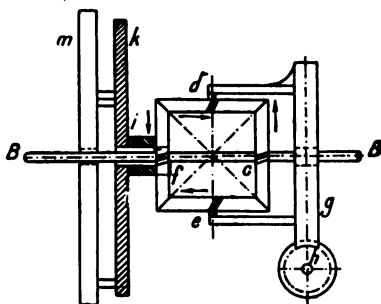


Fig. 6. — Entraînement des balais.

que le voltage de *D* s'élève, les courants commandés par le diapason agissent sur l'induit pour s'opposer à son accélération, et inversement.

On reconnaît que le moteur est en synchronisme avec le diapason à l'éclairage de la lampe : si le synchronisme existe, la lampe brille régulièrement ; dans le cas contraire, son éclat subit des variations très marquées. L'arbre du moteur Morkrum est accouplé avec l'axe de la roue phonique par des roues dentées donnant le rapport de 10 à 1.

L'arbre *A* (fig. 5) de la roue phonique est couplé par un engrenage différentiel avec l'arbre *B*, qui traverse les trois plateaux fixes du distributeur et porte les bras des balais. A l'extrémité de *A*, est disposée une roue d'angle *c*, qui engrène avec les deux roues d'angle

horizontales d et e ; celles-ci entraînent la roue d'angle f, située sur l'axe B. Les axes de d et de e s'appuient sur des épaulements de la roue dentée g, qui est folle sur l'axe B. Par d et e, la rotation de c est transmise à la roue f et, par suite, à l'axe k ; et ainsi f tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre (si l'on regarde de la gauche) quand c tourne dans le sens des aiguilles. d et e tournent autour de leur axe, mais ne participent pas à la rotation autour de A et B. Avec la roue g, engreène une vis sans fin m, sur l'axe p de laquelle se trouvent deux roues dentées n_1 et n_2 . On a représenté seulement, sur la figure, la roue antérieure n_1 qui tourne d'une dent, sous l'action de l'armature de l'électro-aimant CM_1 , dès que ce dernier est excité. Le sens de rotation de n_1 et de g est indiqué par des flèches en pointillé. Par cette rotation de g, les axes des roues d et e sont déplacés, pour d vers l'avant, pour e vers l'arrière. Comme le bord de gauche de ces roues est maintenu par la roue c, ces roues se comportent comme un levier à un seul bras et font tourner la roue f dans le sens des aiguilles d'une montre, c'est-à-dire à l'inverse de la rotation que tend à lui imprimer c. L'axe B est par suite légèrement décalé de phase par rapport à A.

Les multiplications sont choisies de manière que, pour une attraction de CM_1 , l'axe tourne de $1/2$ degré. Sur la deuxième roue dentée, n_2 , placée par derrière sur p, peut engrener l'armature d'un deuxième électro-aimant CM_2 , qui fait tourner la roue à l'inverse de n_1 . Par suite, g est entraîné dans un sens inverse à celui qu'il avait auparavant, et l'axe B est décalé de $1/2$ degré dans le sens de sa rotation dès que fonctionne CM_2 . Ces changements dans le couplage sont utilisés, comme nous le verrons également, pour le réglage du synchronisme des distributeurs. L'axe p porte, en outre, un volant, qu'on manœuvre à la main, et avec lequel on peut, à volonté, faire tourner m, g et, par suite, l'axe B, d'un angle quelconque par rapport à A.

Sur l'axe B, se trouvent placés directement les bras portebalais du premier plateau, dont la situation ne se trouve, par conséquent, déterminée que par la position de la roue f. Les bras portebalais des deux autres plateaux sont, au contraire, reliés de même avec l'axe B par un engrenage différentiel (fig. 6). Sur l'axe B se

trouve la roue c ; les roues d et e font mouvoir la roue f à l'aide d'un manchon i monté librement sur l'axe B. i est fixé au porte-balais k. m est le plateau fixe du distributeur. Les bras porte-balais tournent en sens inverse de l'axe B et des balais du plateau 1. Les roues d et e sont fixées à la roue dentée g, également mobile sur l'axe B ; grâce à la roue h, g peut tourner dans l'un ou l'autre sens. Par conséquent, la place des balais peut être modifiée à volonté d'après la position de la roue c ; on peut modifier facilement la position des balais sur le plateau de réception d'après les balais de transmission et les balais qui règlent le synchronisme, et les accorder avec ceux de l'autre bureau. Ceci est particulièrement important pour les balais de réception. Il faut aux signaux un temps déterminé pour parcourir le câble, et il s'écoule aussi un certain temps pour leur amplification et pour actionner les différents relais. C'est pourquoi les balais de réception doivent passer sur les contacts correspondants un peu plus tard que les balais de transmission de l'autre bureau.

On procède pour cela de la façon suivante : Le bureau marchant le plus lentement, sur position de transmission, arrête ses transmetteurs, de façon qu'ils envoient du courant de repos d'une manière permanente, en sorte que les relais de transmission envoient tous du courant de repos, c'est-à-dire une série de cinq impulsions négatives et cinq émissions positives, dont la régularité est interrompue lorsque les balais passent du secteur E au secteur A ; car, là, aux trois dernières émissions négatives de repos du secteur E, succèdent les deux premières émissions positives du secteur A. Le bureau récepteur, à l'aide d'un commutateur, amène sur le distributeur les conducteurs alimentant les électro-aimants sélecteurs M (fig. 3) à 25 petites lampes rouges dont le conducteur de retour commun est relié, à travers une résistance de 150 ohms, au contact de repos du relais récepteur DR. Ces lampes s'allument aussitôt que l'armature de DR est attirée sur le butoir de travail par le courant négatif venant de la ligne à travers l'amplificateur. Le bureau récepteur doit alors déplacer ses porte-balais (axe B du distributeur sur la figure 5) d'un certain angle jusqu'à ce que l'anomalie mentionnée se produise à la fin de la rangée de lampes, c'est-à-dire

jusqu'à ce que les lampes 1 et 2 ainsi que 21 et 22 s'éteignent, tandis que s'allument les lampes 23, 24 et 25. On répète ensuite ce réglage en sens opposé.

Réglage du synchronisme. — Dans les divers systèmes multiples, pour réaliser le synchronisme, on fait tourner l'un des distributeurs un peu plus vite que l'autre, et l'on décale sa position, soit par des signaux synchroniques particuliers (baudot), soit, comme dans notre cas, par les courants de signaux eux-mêmes ⁽¹⁾. C'est à cela que servent les électro-aimants CM déjà mentionnés. Comme le sens de transmission est inversé dès qu'il s'est écoulé un laps de temps déterminé, et comme le correcteur doit toujours être le bureau qui transmet, Emden est poste corrigé pendant qu'il reçoit de Horta et poste correcteur pendant sa transmission vers Horta.

Il est alors entendu que le distributeur d'Emden doit tourner un peu plus vite que ceux de Horta et de New York, et de telle sorte que, lorsqu'Emden transmet, le distributeur de transmission tourne plus vite que celui de réception, et la vitesse du distributeur de réception doit être accélérée et non retardée.

C'est pourquoi il existe deux électro-aimants CM, dont l'un, ainsi que l'indique la figure 5, fait tourner en arrière l'axe b (correction en arrière ou retard), tandis que l'autre fait progresser l'axe dans son sens normal de rotation (correction en avant ou accélération). Dans le cas considéré, Horta et New York devront donc, pour la réception d'Emden, utiliser les électro-aimants accélérateurs, tandis que, pour la réception de New York, Emden et Horta emploieront le retardateur. Afin que les différences dans la position des balais des deux bureaux restent faibles, on effectue les corrections le plus fréquemment possible et, pour cela, on utilise les inversions de sens des courants de signaux pour rectifier le synchronisme.

1. La « correction sans courants spéciaux », utilisant les inversions du sens des courants, a été inventée par Pierre Picard, inspecteur des télégraphes, en 1903, et appliquée, pour la première fois, aux installations Baudot triplex duplex desservant les câbles franco-algériens (N.D.L.R.).

Les couronnes 1 et 2 du distributeur, une pleine et une divisée en 5×10 contacts, se trouvent sur le premier plateau de distributeur (fig. 7). Les contacts sont reliés alternativement entre eux, formant deux séries A et B. Le relais SR se trouve en série avec le relais de ligne LR (fig. 2) et est, par conséquent, traversé également par les courants amplifiés ; il actionne le relais CR, dénommé relais

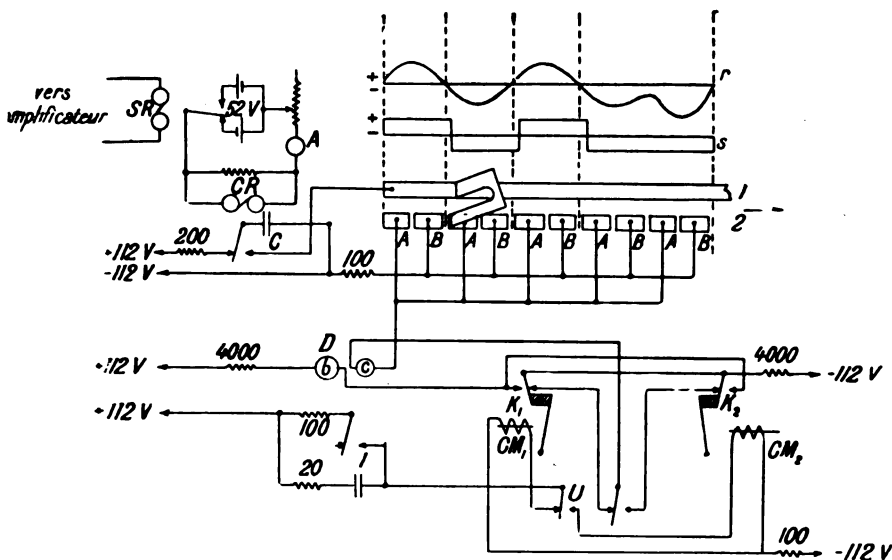


Fig. 7. — Dispositif de réglage du synchronisme.

r, forme des courants venant de l'amplificateur,
s, émissions de courant envoyées par CR.

correcteur. Aussi longtemps qu'il arrive des courants positifs, les armatures de SR et CR occupent la position indiquée sur la figure, le condensateur C, de 1/2 microfarad, est chargé à travers la résistance de 200 ohms. Si maintenant on reçoit un courant négatif, SR et CR relâchent leur armature, C est déchargé à travers la résistance de 100 ohms dans le cas où le balai passe justement sur un contact B. Mais, si le balai est en avance et se trouve vers le contact A le plus proche, C se décharge vers — 112 volts à travers l'enroulement c de l'électro-aimant correcteur auxiliaire D, l'index de droite de U, l'index du commutateur K₁ et la résistance de 4000 ohms. D fonctionne et déplace son armature vers la droite. Un

courant circule alors, de + 112 volts à — 112 volts, par la résistance de 100 ohms, l'armature de D, l'index de gauche de U, l'électro-aimant retardateur, CM₁, et la résistance de 100 ohms. CM₁ fonctionne, décale le balais de 1/2° en arrière et déplace en même temps l'index de K₁. Par suite, le circuit passant par l'enroulement c est interrompu et, en même temps, un nouveau chemin est ouvert au courant, de + 112 volts vers — 112 volts, par la résistance de 4000 ohms, le deuxième enroulement b de D, l'index de K₁, la résistance de 4000 ohms ; D applique de nouveau son armature contre le butoir de repos, CM₁ n'est plus excité, K₁ se place sur le butoir de droite et interrompt le courant à travers b. Dans ces conditions, si le balai se trouve encore sur le contact A et si CR est encore excité, D ne fonctionne cependant pas, car le condensateur est déjà complètement déchargé. Si le courant négatif se prolonge sur plusieurs contacts, rien n'est changé, parce que C ne sera chargé que lors d'une inversion de courant, c'est-à-dire lorsqu'un courant positif déplacera des armatures de SR et de CR. Le processus de la correction se répète aussi souvent qu'a lieu, sur la ligne, une inversion de courant du positif au négatif et que, en même temps, le balai de correction, au lieu d'être sur un contact B, se trouve sur un contact A. Les balais sont, par suite, maintenus invariablement à la fin du contact B, sur la ligne pointillée.

Si l'on inverse le sens de la transmission, le poste dont l'appareil tourne le plus lentement, jusqu'alors transmetteur, devient récepteur, et la correction doit, ainsi qu'on l'a déjà expliqué, accélérer sa vitesse. Dans ce poste, le commutateur U se trouve tourné à droite ; il est, par suite, inséré dans le circuit de l'électro-aimant CM₂. Les décalages de balais ont lieu alors aussitôt que le balai de correction, à l'arrivée des émissions négatives, au lieu de se trouver sur un contact B, se trouve sur l'extrémité du contact A le plus près en arrière. Lorsque le poste corrigé tourne moins vite que le correcteur, le balai de correction est donc maintenu au milieu de l'espace compris entre les deux lignes pointillées. Cette différence dans la position des balais de correction est compensée par le réglage des balais de réception par comparaison avec les premiers.

IV. INVERSION DU SENS DE LA TRANSMISSION.

Ainsi qu'il est dit plus haut, le câble n'est pas exploité en duplex. Il est par conséquent nécessaire de posséder les moyens d'inverser à volonté le sens de la transmission. La commutation doit être faite exactement en même temps dans les deux postes, si l'on veut conserver le synchronisme. Pour obtenir ce résultat, on fait commander les commutateurs automatiquement par les distributeurs. On n'a pas besoin, pour cela, d'attendre la fin d'un télégramme ou même d'un mot en cours de transmission. A l'ins-

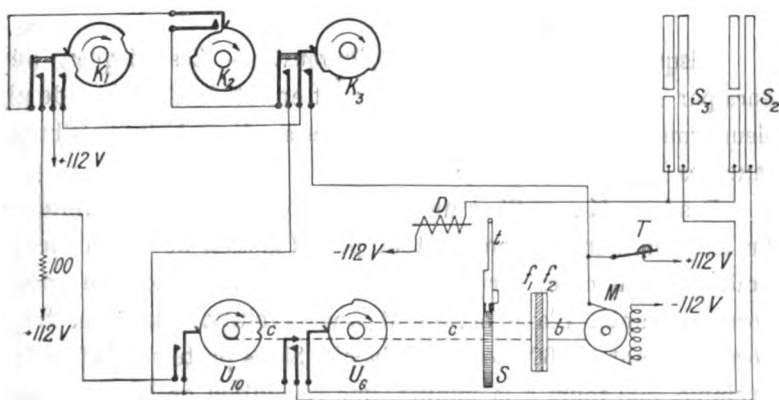


Fig. 8. — Inversion du sens de la transmission.

tant choisi pour la commutation, on met au repos les transmetteurs dans l'un des postes, tandis qu'à l'autre les traducteurs sont déconnectés dès la réception du dernier signal. Les transmetteurs de ce dernier reprennent exactement l'envoi des signaux au point où s'est faite l'inversion précédente. Il ne se produit ainsi, sur la bande réceptrice, aucun intervalle inutile. Du fait qu'on se sert d'amplificateurs à la réception, il est en outre nécessaire de prendre des dispositions en vue d'éviter qu'au moment de la commutation il ne soit envoyé, dans l'amplificateur, des courants anormaux (courants de charge ou de décharge, etc...). Pendant la transmission, l'amplificateur est shunté en trois points. Quand arrive le moment de passer à la réception, on relie d'abord à l'amplificateur le câble

et les fils de terre, puis on supprime l'un après l'autre ces courts-circuits. Il s'écoule une à deux secondes entre ces deux opérations. Quand la réception est terminée, on rétablit l'un après l'autre les courts-circuits et l'on fait passer le câble de la position de réception à la position de transmission.

Toutes ces commutations sont effectuées par des disques commutateurs U, au nombre de 12, qui ouvrent et ferment les contacts et actionnent une série de relais (fig. 8). La rotation des disques est assurée par un moteur, dont la mise en marche est commandée par des couronnes spéciales du distributeur (couronnes 11 et 12 des plateaux 2 et 3) et quelques disques d'inversion.

Disques d'inversion du distributeur. — Ces disques, désignés par K_1 , K_2 , K_3 sur la figure 8, sont entraînés au moyen de plusieurs roues dentées et de leviers montés sur l'axe b du distributeur (axe des bras porte-balais).

DISQUES K_1 . — C'est un groupe de dix disques d'ébonite, sur un axe commun, qui ont surtout pour fonction de déterminer les limites de durée des périodes de transmission dans les deux postes correspondants. L'axe accomplit une révolution dans un temps correspondant à 3.600 tours des balais. Si les porte-balais font, par exemple, 300 tours à la minute, une révolution de K_1 s'accomplit en 12 minutes. Dans la description qui suit, toutes les indications de temps seront données en prenant pour base une vitesse des balais égale à 300 tours à la minute. Ces disques portent, à leur périphérie, un certain nombre d'encoches ; la figure 8 représente le dixième disque, sur lequel deux de ces encoches sont décalées, l'une par rapport à l'autre, d'un angle de 180° . Sur l'arbre correspondant au jeu des ressorts et placé en avant des plateaux, un levier peut se déplacer, de manière à glisser sur le pourtour de l'un quelconque de ces disques. Sur le disque représenté ici, les contacts à ressorts correspondants sont fermés deux fois par période de 12 minutes, soit pendant 30 secondes toutes les six minutes. Le premier disque possède 12 encoches et ferme ainsi le circuit à chaque minute : il permet d'inverser toutes les minutes le sens de la transmission. Les autres disques K_i déterminent, pour Emden, les inter-

valles suivants en minutes : 2^e disque : 2 minutes de réception, 1 minute de transmission ; 3^e disque : 1 minute de réception, 2 minutes de transmission ; 4^e disque : 2 minutes de réception, 2 minutes de transmission ; 5^e disque : 5 minutes de réception, 1 minute de transmission ; 6^e disque : 1 minute de réception, 5 minutes de transmission ; 7^e disque, 3 minutes de réception et de transmission ; 8^e disque : 1 minute de réception, 11 minutes de transmission ; 9^e disque : 11 minutes de réception, 1 minute de transmission ; 10^e disque : 6 minutes de transmission et de réception. On peut donc choisir les intervalles qui conviennent le mieux aux fluctuations auxquelles est soumis le trafic. Mais les disques K₁ tournent trop lentement pour qu'on puisse déterminer exactement l'instant auquel doit s'effectuer l'inversion de sens ; c'est pourquoi il a été adjoint au système deux autres disques K₂ et K₃ tournant plus rapidement que les premiers. Le disque K₃ fait un tour complet en une minute ; son évidement s'étend sur un quart de sa périphérie ; les contacts qui lui correspondent sont donc fermés pendant 15 secondes. K₂ fait quatre tours à la minute ; son encoche a la même longueur que celle de K₃ et ferme son contact quatre fois par minute pendant une durée de 3 secondes 3/4. Les contacts des trois disques doivent se fermer les uns après les autres dans l'ordre suivant : d'abord K₁, ensuite K₃, et enfin K₂, afin que les disques commutateurs U puissent être décalés dans leur rotation. Aussitôt que les ressorts commutateurs s'appuyant sur K₁ et K₃ tombent dans les encoches, les ressorts de droite ferment le circuit d'alimentation du moteur M pendant 15 secondes, et le moteur tourne. Lorsque K₂ ferme ensuite son contact ; un chemin est ouvert au courant par K₂ et les paires de ressorts de gauche de K₁ et K₃ ; les ressorts de U₆ et (pour la position de U₆ indiquée sur la figure) par les couronnes 11/12 du plateau 2 du distributeur, jusqu'à l'électro-aimant D. La position exacte que doivent occuper, l'un par rapport à l'autre, les disques K₁ à K₃ peut être, dans chaque poste, déterminée en local, d'après un point de repère ou zéro ; l'embrayage du mouvement d'horlogerie avec l'arbre des balais doit faire l'objet d'un nouveau repérage après chaque interruption (au commencement du service ou encore après un arrêt pour nettoyage des appa-

reils ou recherche d'un dérangement) : le mouvement est arrêté en un certain point ; l'embrayage a lieu par deux roues 1 et 2 portant des dents latérales, et dont l'une, la roue 1, est entraînée par l'arbre des balais, tandis que la roue 2 fait tourner les autres axes, y compris les disques K_1 à K_3 . Si l'on met le dispositif en marche pour la première fois, on débraye à la main, dans les deux postes, les roues 1 et 2 ; la roue 2 est alors maintenue immobile par l'armature sur position de repos d'un électro-aimant d'embrayage. On met alors en marche les distributeurs et l'on règle leur synchronisme. Le poste chargé d'émettre les signaux d'embrayage, c'est-à-dire, en général, le poste tournant le plus lentement, se place sur position de transmission tandis que l'autre poste se met sur réception. Les opérateurs des deux postes tournent alors, à un instant convenu, un commutateur placé sur le distributeur. Par suite :

a) au poste transmetteur, à Horta, le premier contact de transmission du secteur E, au lieu d'être relié au transmetteur, est relié à un manipulateur par l'électro-aimant d'embrayage placé sur le distributeur ;

b) au poste récepteur, le premier contact de réception du secteur E (plateau 3), au lieu d'être relié à l'électro-aimant sélecteur, est relié à l'électro-aimant d'embrayage.

L'agent transmetteur appuie un court instant sur le manipulateur, mais pendant un temps au moins égal à la durée d'une révolution du distributeur. Aussitôt que les balais frottent sur les contacts indiqués, les électro-aimants d'embrayage, dans les deux postes, sont excités, attirent leur armature et libèrent les roues 2. L'ensemble du dispositif de déclenchement est alors accouplé avec l'axe du distributeur. Comme l'émission de courant, qui doit provoquer le déclenchement, n'arrive à Emden qu'environ $0^s,36$ après son envoi de Horta par suite du temps de propagation dans le câble, l'accouplement n'est effectué à Emden qu'avec un retard de même durée. Pour compenser ce décalage, le disque K_2 , qui fait un tour en 15 secondes, est mis en avance de $0^s,3$, soit une avance de $1/50$ de sa circonférence dans le sens de sa rotation. Le déclenchement des disques commutateurs a donc lieu ainsi à peu près simultanément dans les deux postes.

Disques commutateurs U. — Un jeu de douze disques en ébonite est placé sur un axe *c*. Les disques portent, à leur périphérie, une série d'encoches destinées à ouvrir ou fermer, à des instants déterminés des contacts à ressorts. La manœuvre d'une vis permet de faire tourner chaque disque sur son axe : on peut ainsi avancer ou retarder à volonté le moment de la fermeture des contacts. Certains disques sont en deux parties, dont l'une, qui a un mouvement indépendant de l'autre, sert aussi à modifier la durée de fermeture des contacts. L'axe *c* porte une roue à rochets *S* et, à l'extrémité de droite, un plateau de friction *f*₁, que des ressorts à boudin appuient contre un deuxième plateau semblable *f*₂, placé sur l'axe *b* que fait tourner le moteur *M*. Comme nous l'avons dit plus haut, le moteur *M* ne tourne que pendant la durée de la commutation, pour une position déterminée des disques *K*₁ et *K*₂, et il possède une vitesse propre de 100 tours par minute. Mais l'axe *c* ne peut suivre cette rotation tant que la roue à rochets *S* est maintenue par l'armature *t* de l'électro-aimant de déclenchement *D*. *t* est munie de deux becs de cliquet, dont l'un est placé plus bas que l'autre : leur espacement est égal à la moitié de l'écartement de deux dents successives de la roue *S*. Quand *D* est excité et attire *t*, le cliquet supérieur libère la dent de *S*, qui est ensuite de nouveau arrêtée par le cliquet inférieur. Aussitôt que *D* n'est plus parcouru par le courant et que *t* est relâchée, la dent maintenue par le bec inférieur est libérée et la dent suivante est saisie par le bec supérieur. Chaque fonctionnement de *D* permet à la roue *S* et à l'axe *c* d'être entraînés par le moteur *M* et de tourner de la quantité correspondant à l'espacement de deux dents. Comme la roue *S* comprend 60 dents, *D* doit fonctionner 30 fois pour assurer, en 60 impulsions, une demi-révolution nécessaire chaque fois pour passer de la position de transmission à celle de réception, ou vice-versa. *D* est excité par l'intermédiaire des couronnes 11/12, soit du plateau de transmission 2, soit du plateau de réception 3 du distributeur. Les couronnes 11 ont dix contacts, dont 5, qui se suivent, sont reliés entre eux, tandis que les cinq autres restent isolés. Pendant une révolution du distributeur, *D* est excité une fois, puis est de nouveau privé de courant ; il faut donc 30 tours pour que l'axe *c* et, par suite, le jeu de disques

commutateurs, exécutent une demi-révolution. Si le distributeur tourne à 300 tours à la minute, chaque commutation dure alors 6 secondes. Une révolution complète de c exige 120 impulsions ; aussi, pour permettre de connaître, à chaque instant, la position momentanée des disques, a-t-on placé, sur l'axe c , un plateau indicateur marqué de 120 divisions.

Le ressort frottant sur U_{10} est poussé hors de son encoche quand M tourne et que D , dès son premier fonctionnement, permet à c de tourner. Quand le ressort est dégagé de l'encoche, il appuie, pendant une demi-révolution, sur la tranche en saillie de U_{10} , ferme son contact, et relie ainsi K_1 à K_3 . D reçoit donc en outre, par U_{10} , des impulsions de courant provenant du distributeur, dès que K_1 , au bout de 3 secondes $3/4$, a également ouvert de nouveau son contact. Après une demi-révolution, le ressort de U_{10} s'engage de nouveau dans l'encoche suivante, ouvre son contact, et ainsi ouvre le circuit de D qui, ne recevant plus aucun courant, ne fait plus tourner l'axe c . Mais, pendant ce temps, toutes les connexions ont été opérées par les autres disques U , et le travail se poursuit à la fermeture suivante du contact K_2 ; les contacts de K_3 sont de nouveau déjà ouverts, de sorte que le processus de la commutation ne peut se renouveler que lorsque K_1 et K_2 se sont de nouveau fermés simultanément.

Le disque U_6 connecte l'électro-aimant D , pendant une demi-révolution, au plateau de transmission et, pendant l'autre demi-révolution, au plateau de réception. Grâce au réglage indiqué plus haut, la commutation se fait à chaque moitié de la course du dispositif commutateur. Afin qu'il ne se produise pas d'interruption, le contact existant n'est ouvert qu'après que le nouveau contact est fermé. Quand Emden transmet, le plateau de transmission est relié à D par U_6 ; la commutation prochaine est déclenchée par le plateau de transmission pendant les 3 premières secondes, et par celui de réception pendant les 3 dernières secondes, de sorte que, au commencement de la réception, le plateau de réception est relié à D et prépare ainsi la prochaine commutation.

Le commutateur T permet de rendre la marche du moteur toujours indépendant de K_1 , K_2 , K_3 , de sorte qu'on peut, à la ri-

gueur, après réglage, se servir du dispositif inverseur U sans faire intervenir le distributeur. A l'aide d'un commutateur comportant un bouton-poussoir, on peut faire fonctionner pas à pas l'électro-aimant D sans le concours des disques K et des couronnes des distributeurs, et sans qu'il soit nécessaire que le distributeur tourne.

Voici quelles sont les fonctions des autres disques U, désignés sous un simple numéro d'ordre :

1. Connexion du câble et des fils de terre du circuit de transmission à l'amplificateur, et vice-versa ;
2. Blocage des transmetteurs des secteurs A et B ;
3. Blocage des transmetteurs des secteurs C à E ;
4. Blocage des récepteurs des secteurs A et B ;
5. Blocage des récepteurs des secteurs C à E ;
7. Mise en court-circuit du primaire du transformateur d'entrée de l'amplificateur (figure 2 points 1/2) ;
8. Mise en court-circuit du secondaire du même transformateur (figure 2, points 3/4) ;
9. Mise en court-circuit de l'auto-transformateur du circuit de grille de la deuxième lampe de l'amplificateur (figure 2 points 5/6) ;
12. Déconnexion des batteries de transmission pendant la réception.

Les disques 6 et 10 ont déjà été décrits ; quant au disque 11, il est inutilisé à Emden.

Les disques 1 à 5 et 7 à 9 sont en deux parties, de sorte que la durée de la fermeture des contacts peut aussi être réglée tout spécialement.

En résumé, si l'on part de la position de repos du dispositif de commutation pendant la réception : Le câble est relié à l'amplificateur ; les électro-aimants sélecteurs de l'imprimeur reçoivent des courants ; l'électro-aimant D est connecté au plateau de réception ; à l'amplificateur, tous les courts-circuits sont ouverts ; la batterie de transmission est déconnectée. La commutation commence alors sur la position de transmission, les disques U se mettent en marche :

au bout de 1^s,1, la liaison du relais d'impression aux deux contacts de la couronne de réception 4 du distributeur est interrompue

et la communication avec la terre des recorders de contrôle de réception est coupée ;

au bout de 2 secondes, la batterie de transmission est reliée aux transmetteurs encore bloqués ;

au bout de 2^s,4, et en deux intervalles de 0^s,2, la deuxième lampe, le secondaire et le primaire du transformateur sont shuntés ;

au bout de 3 secondes, le câble n'est plus relié à l'amplificateur, mais au circuit de transmission et aux transmetteurs, et en même temps l'électro-aimant D est relié au plateau de transmission ;

au bout de 5^s,2 (par conséquent, très peu de temps seulement avant d'atteindre la position de transmission), le circuit des électro-aimants propulseurs des transmetteurs est fermé ;

au bout de 6 secondes, la position de repos B du dispositif d'inversion et par suite la position de transmission sont atteintes.

Si l'inverseur tourne de nouveau, pour passer de transmission sur réception, l'ordre des opérations de détail est le suivant :

au bout de 0^s,1, les transmetteurs sont mis au repos par suite de l'interruption du circuit des électro-aimants propulseurs ;

au bout de 1 seconde, le câble est déconnecté du circuit de transmission et, par suite, des transmetteurs, et relié à l'amplificateur encore shunté ;

au bout de 2 secondes, le court-circuit du primaire est supprimé et, simultanément, la batterie de transmission est coupée des transmetteurs ;

au bout de 3 secondes, le court-circuit du secondaire est supprimé, en même temps que D est connecté de nouveau au plateau de réception ;

au bout de 5 secondes, le dernier court-circuit est supprimé dans l'amplificateur ;

au bout de 5^s,8, c'est-à-dire presque immédiatement au moment d'obtenir la position de réception, le relais d'impression est relié à l'amplificateur, et la terre est reliée aux recorders de contrôle de la réception ;

au bout de 6 secondes, l'inverseur s'arrête, la position de réception étant obtenue.

V. DISPOSITIF DE TRANSLATION.

Pour la translation des signaux d'un câble sur un autre, on emploie un distributeur. Celui qui est installé à Horta correspond absolument au distributeur d'Emden, décrit dans la troisième section du présent article. Le principe fondamental d'une translation est illustré par la figure 9, où sont représentés les contacts des secteurs A et B des couronnes de transmission et de réception du plateau 3, pour la réception de l'ouest (Emden). Les contacts des autres

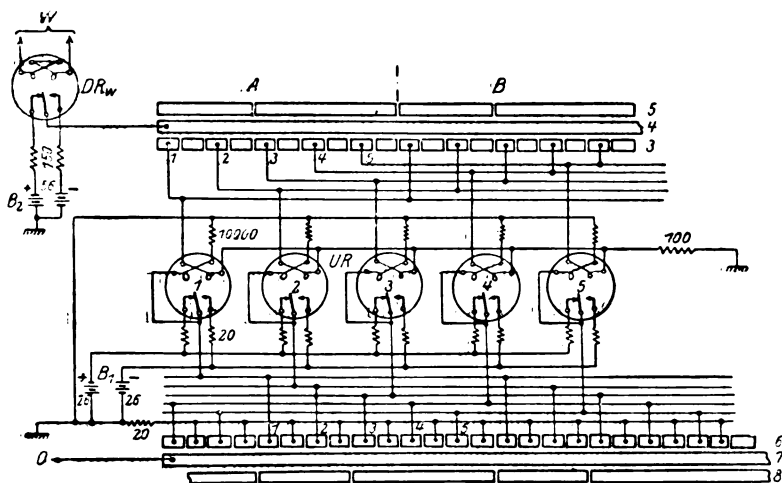


Fig. 9. — Translation de Horta.

secteurs sont reliés de la même manière entre eux et avec les relais UR.

Les signaux arrivant de New York sont amplifiés et amenés au relais imprimeur de réception DR_w par le relais vibreur (les couronnes de vibration 1 et 2 ne sont pas représentées ici), et du relais DR_w aux couronnes de réception. Les électro-aimants sélecteurs sont remplacés par cinq relais translateurs UR, communs à tous les secteurs, soit un relais pour chaque émission élémentaire. Ces relais retransmettent les signaux, par les couronnes de transmission 6/7, vers 0 au condensateur shunté du câble Horta—Emden. Afin de laisser aux relais UR le temps de fonctionner, les

contacts de transmission sont décalés de l'intervalle de deux contacts dans le sens de la rotation et par rapport aux contacts de réception correspondants. Enfin, dans le but d'obtenir une pression plus forte des contacts et d'éviter des rebondissements ou autres irrégularités, les relais UR ferment, au moment de leur fonctionnement, un circuit auxiliaire à travers une deuxième bobine et une résistance de 10000 ohms. Les signaux d'arrivée et les signaux retransmis sont, par les couronnes 5 (réception) et 8 (transmission), envoyés sur les recorders aux fins de contrôle.

Pour la réception d'Emden et la retransmission à New York, on utilise le plateau 2 du distributeur, qui est connecté de la même façon et dessert également cinq relais translateurs UR. Pour l'inversion du sens de transmission, il existe deux jeux de disques commutateurs, un pour chaque sens, et un jeu de disques de déclenchement.

Hammel n'utilise un distributeur translateur que vers Horta ; dans le sens de New York, vu la distance relativement faible séparant les deux postes, les signaux d'arrivée sont, après amplification, retransmis à l'aide d'un simple relais.

Rentrée du translateur. — Si Horta doit cesser de fonctionner comme poste translateur, pour travailler, en tant que poste terminal, sur un ou plusieurs secteurs et pour les deux sections du câble, il faut seulement déconnecter les conducteurs reliant les contacts de ce secteur aux relais translateurs, pour les renvoyer aux transmetteurs et aux imprimeurs. On utilise également, pour ceux-ci, les émissions spéciales de courant servant à actionner les électro-aimants de progression et de déclenchement ; c'est pourquoi on a muni le distributeur des couronnes locales, qui ne sont pas nécessaires dans la retransmission. Cette réception alternée est de règle sur le cinquième secteur.

VI. ORGANISATION DU SERVICE.

A la vitesse de 300 tours à la minute du distributeur, on transmet, sur chaque secteur, 300 signaux à cinq éléments, soit en tout

1500 signaux ou 7500 bauds, ce qui correspond à 3750 alternances à la minute ou 62,5 p.p.s. En temps ordinaire, on travaille 2 minutes dans chaque sens. A cause d'une différence de 6 heures dans les temps astronomiques des lieux de départ et d'arrivée, quand le trafic prédomine dans une direction, par exemple, la nuit, dans la direction de l'Allemagne et, le matin, dans la direction de l'Amérique, on distribue ce trafic sur des périodes de transmission choisies plus longues que les périodes de réception. Dans la période de fort trafic, la vitesse est portée à 67 p.p.s., soit 1620 lettres à la minute, ou 324 tours par minute. La vitesse maximum n'est limitée, pour l'instant, que par le diapason du distributeur, qui ne peut travailler d'une manière satisfaisante à plus de 73 p.p.s., soit 1750 lettres ou 350 signaux de 5 éléments par minute. Comme condition de réception de l'installation, il était stipulé que, au cours d'essais devant durer huit heures par jour, et sans pauses, pendant trois jours consécutifs, on ne devrait pas constater, par 2000 lettres transmises, plus d'une faute qui ne soit pas imputable à un défaut de perforation ou à un dérangement de l'imprimeur.

Exploitation au recorder. — Bien que l'on ait à sa disposition des appareils de réserve, on n'a pas exclu cette hypothèse que, pour des motifs divers (existence de courants telluriques, défauts du câble, etc...), l'exploitation multiple pourrait se heurter parfois à de sérieuses difficultés. On a donc pris des dispositions pour exploiter le câble, entre Emden et Horta, à l'aide de recorders rapides. On transmet à travers deux relais, un pour chaque sens du courant (points et traits de l'alphabet Morse), avec un transmetteur rapide à bande perforée, du système Muirhead, et qu'actionne un moteur la Cour à 6 dents, commandé par un diapason.

La figure 10 montre la forme des signaux qui arrivent de Horta pour des vitesses télégraphiques de 600, 800 et 1000 lettres par minute. Ce dernier chiffre (1000) est le maximum permis par le transmetteur utilisé.

Il n'y a pas lieu de chercher à réaliser des vitesses plus considérables, car on se heurterait à de nouvelles difficultés, du fait que la traduction des bandes est faite par un agent se servant d'une

machine à écrire, avec laquelle il ne peut taper que 250 lettres, en moyenne, par minute. D'autre part, l'exploitation au recorder est tout à fait exceptionnelle et ne saurait être considérée que comme un moyen de secours pour des périodes de courte durée. Par l'emploi de transmetteurs et de récepteurs appropriés et par l'examen oscillographique, on réussit cependant à transmettre très convenablement les signaux de recorder à des vitesses dépassant 2000 lettres par minute.

Bien que, dans la présente description, on n'ait toujours considéré que les diverses liaisons relatives à un seul secteur, et qu'on

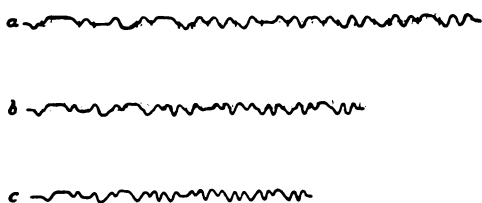


Fig. 10. — Signaux recorder.

n'ait pas parlé d'un certain nombre de commutateurs manuels, d'instruments de mesures, de conducteurs divers, reliés à la boîte de coupures, etc... qui ne sont pas représentés non plus sur les figures, l'installation, dans son ensemble, paraîtra sans doute très compliquée. Avec ses nombreux câbles, ses relais, ses lampes signaux, elle offre le même aspect qu'une salle de sélecteurs d'un central téléphonique automatique. Les principales difficultés résident évidemment dans le maintien du synchronisme des quatre distributeurs (à Emden, Horta, Hammel, New York), dans les dispositifs d'inversion du sens de la transmission et dans les traducteurs de réception. En ce qui concerne ces derniers, la Western Union utilise encore, à côté les uns des autres, toute une série d'anciens procédés (impression sur feuille au lieu de l'impression sur bande, roues des types au lieu de leviers, porte-caractères, etc...). Si la question, particulièrement importante, du synchronisme a pu être résolue d'une façon satisfaisante, bien que non encore absolument parfaite, on le doit à l'emploi simultané de moteurs de na-

tures différentes (roue de la Cour, moteur Morkrum) et aux améliorations apportées sans cesse au mécanisme et à l'appareillage électrique, à la suite de recherches et essais qui ne sont pas encore achevés et qui portent sur l'ébranlement subi par les appareils, le chauffage des lampes, la commande des diapasons par lampes, etc... D'une façon générale, tous les appareils fonctionnent très convenablement ; soigneusement entretenus et constamment surveillés, ils ne subissent que de très rares dérangements.

LES ACCIDENTS ÉLECTRIQUES.

La fréquence déplorable des accidents dus aux courants électriques rend des plus nécessaires l'action, auprès du public, des personnes qui, par leur instruction ou leurs occupations professionnelles, sont à même de mieux connaître les dangers de ces courants, les mesures de précaution à prendre, et les méthodes de sauvetage à suivre en cas d'accident. Le personnel de l'administration des P.T.T. a, dans cette propagande, un rôle important à jouer.

Aux remarques que nous avons déjà données sur ce sujet (voy. Annales des P.T.T., 1926, p. 371), nous ajoutons aujourd'hui une magistrale étude du professeur Zimmern, ainsi qu'une note technique reçue en 1911 à la Société internationale des électriciens et qui méritent d'être reproduites.

LES ACCIDENTS DU COURANT ÉLECTRIQUE, (1)

par le d^r ZIMMERN,

professeur agrégé à la faculté de médecine de Paris.

I. STATISTIQUES.

Elles sont peu complètes, relatent surtout les accidents d'usine, négligent ceux de la voie publique et des intérieurs. En France, nous ne disposons que des statistiques établies par l'inspection du travail. De 1907 à 1925, le nombre de morts par électrocution croît de 28 à 109, le nombre total d'accidents progresse de 571 à 1.420. En ajoutant à ces accidents du travail ceux de voie publique ou d'intérieurs privés, il faut majorer de 50 % les chiffres ci-dessus et tabler sur 150 morts annuelles et 2.000 accidents divers.

Cette progression est fonction de l'imprudence et de l'ignorance qui ne diminuent point, tandis que la diffusion des applications électrotechniques s'étend sans cesse.

1. Cette note est le compte-rendu, établi par la revue *L'action industrielle et commerciale* (23 février 1928), de deux conférences faites, l'an dernier, au Conservatoire des arts et métiers par le professeur Zimmern.

II. ÉTIOLOGIE.

Causes déterminantes. — On les trouve dans deux séries de faits : les imprudences, les mauvaises installations.

Imprudences. — Elles sont le fait des professionnels. Ils se gardent du matériel tournant qui ronfle et crache des étincelles. Ils appréhendent moins le matériel fixe : transformateurs, appareillage, fils conducteurs, etc.

Il faut réparer une ligne sur laquelle, à cet effet, le courant sera interrompu jusqu'à l'heure H. Le chef de chantier chargé du travail oublie l'heure. Il y a électrocution.

Malfaçon du jeune homme amateur de T.S.F. qui entreprend une menue installation de lumière, chauffage, force motrice, l'isole mal et s'électrocute. Malfaçon de l'installation traitée à bas prix par un électricien qui économise sur l'isolement des fils.

Causes efficientes. — Toute classification est arbitraire, mais il faut bien se résoudre à en adopter une si l'on veut mettre de l'ordre et de la méthode dans l'exposition d'un sujet. Voici celle qui sera suivie : accidents d'ateliers, de conducteurs, de circuit fermé par un liquide, d'appareil (éclairage, chauffage ou force motrice).

Mais auparavant, il importe de définir les caractéristiques des différents secteurs de distribution et surtout de préciser la notion de « terre ». Car beaucoup de personnes sont encore persuadées qu'il n'y a aucun danger à toucher un fil électrique basse tension, et un seul. Pour elles, aucun circuit électrique ne peut se fermer à travers leur corps. Elles ne se rendent pas compte de ce que la plupart des électrocutions à basse tension sont dues à ce que la victime, ne touchant qu'un fil, dérive au sol une fraction plus ou moins importante de l'intensité. En argot d'électricien, « elle a fait une terre ».

Distribution électrique et terres. — Dans la distribution à courant continu à cinq fils, le courant produit par une ou plusieurs dynamos en série est compensé par des moteurs de manière que

l'on puisse prendre l'énergie sur un pont entre l'un quelconque des cinq fils à + 250, + 140, + 30, — 80, — 190 volts. Dans nos intérieurs entrent seulement deux ou trois fils avec une différence de tension de 110 à 220 volts. Mais, nous ne savons pas lesquels et il y a évidemment plus de danger à se trouver entre la terre et 250 volts qu'entre la terre et 30 volts.

Le courant alternatif, dit monophasé, est distribué à deux fils isolés ou à trois fils dont un neutre mis à la terre.

Les courants triphasés sont distribués au moyen de quatre fils dont un neutre mis à la terre. Entre un fil de phase et la terre, il y a une différence de tension efficace de 110 volts. Entre deux fils de phase, cette différence est de $110\sqrt{3}$ soit environ 190 volts.

Quand il y a un fil neutre à la terre, si l'on touche un fil de phase, on produit une terre franche.

Quand il n'y a pas de neutre à la terre, il semblerait que l'on soit protégé. Il n'en est rien cependant.

Évidemment, en courant continu et circuit rigoureusement isolé, un sujet placé entre un conducteur et la terre recevra une simple charge électrostatique. Mais c'est un cas idéal. En fait, il y a toujours des pertes en ligne ; à cause de l'humidité, d'un défaut d'isolants, etc. En outre, le circuit alimente des appareils en dérivation (lampes, etc.). Si une lampe offre 4 mégohms de résistance d'isolement, deux n'en offrent plus que $4/2$ et n lampes $4/n$ mégohms seulement. On peut donc considérer que le secteur est mis à la terre par la résistance d'isolement réduite de l'ensemble des lampes alimentées. Le sujet placé entre le conducteur et la terre recevra une décharge dynamique proportionnelle à sa conductibilité et inversement proportionnelle à la résistance composée du circuit, ou, si l'on veut, proportionnelle à l'étendue du secteur.

En courant alternatif, les choses n'ont plus lieu tout à fait de la même manière. Le système conducteur, isolant et terre, constitue un condensateur qui débite d'une façon continue un courant proportionnel à la tension et à la capacité de ce condensateur, ou, si l'on veut, à l'étendue du réseau. Si le réseau est restreint, ces courants « de déplacement » sont peu intenses et sans danger. Si le réseau est étendu, les risques sont plus grands.

Donc, même dans les distributions sans fil neutre, où aucune terre ne semblait à craindre, il en existe tout de même.

Nous sommes maintenant en mesure de comprendre comment les accidents se produisent.

Accidents d'usine. — Il suffit qu'un ouvrier touche avec son outil un conducteur, ou perfore l'isolement d'un câble. Il suffit qu'il se serve d'une baladeuse, d'une perceuse mal isolée.

Accidents de conducteurs. — Un enfant joue avec un fil tombé d'un pylône, avec un cerf-volant dont le fil métallique touche un câble nu. Dans les grandes villes, les enseignes lumineuses sont sous une tension de quelques kilovolts. Leurs circuits d'alimentation passent près des fenêtres, le long de la terrasse des cafés, sur les toits. Ils sont un danger permanent pour les couvreurs, fumistes, pompiers, agents de police, etc...

Accidents de circuits fermés par un liquide. — Un soldat urine au pied d'un pylône, un isolateur est cassé, la mise à la terre présente une résistance de 3.200 ohms, le pylône est sous tension ; autour de son pied existent des cercles de potentiel, le soldat éprouve une commotion initiale qui le projette sur le pylône, il est électrocuté. Est électrocuté de même un pompier dont le jet de lance rencontre un câble nu.

A rapprocher de ces cas, les accidents de baignoire. Electrocutation par la sonnerie sur le courant du secteur, par l'allume-cigare, le séchoir à cheveux que l'on utilise étant dans son bain, et qui sont mal isolés.

Accidents d'appareils (éclairage, chauffage, force motrice). — Une cuisinière, pour mieux voir dans son évier, saisit d'une main sa lampe à contrepoids mal isolée tandis que l'autre main manœuvre le robinet d'eau. Elle est électrocutée. Une jeune mère a fait chauffer du lait dans une bouilloire électrique. Elle va la laver et, au lieu de débrancher la prise de courant, se contente de désemparer les deux fiches de l'appareil. L'enfant joue avec ces fiches. Pendant qu'il en tient une, il porte l'autre à sa bouche, il est électrocuté. Un enfant joue avec un chemin de fer électrique branché sur le secteur. Pour réduire la tension destinée au petit moteur, un rhéostat (lampe) est en série sur un fil. Si c'est un fil neutre, l'enfant peut

être pris entre l'autre fil sous tension et un appareil (radiateur, etc.) à la terre et, par suite, se trouver en danger.

Enfin un préjugé très répandu est qu'une lampe, pour être dangereuse, doit être allumée. Il n'en est rien puisque l'interrupteur qui commande la lampe est monopolaire. Il coupe le débit mais laisse la lampe sous tension.

Sans doute, on ne peut songer à réformer tous les interrupteurs monopolaires. Mais il est souhaitable qu'ils soient proscrits de toute installation en milieu humide et remplacés par des interrupteurs bipolaires.

III. THÉORIE DES ACCIDENTS ÉLECTRIQUES.

Les accidents électriques sont conditionnés par des facteurs électriques et biologiques.

Les premiers sont la tension, l'intensité, la nature du courant.

Les seconds sont la résistance électrique du sujet, son état général.

Facteurs électriques : Tension. — Elle est considérée comme particulièrement importante si l'on en juge par les inscriptions si répandues : *Haute tension, danger de mort*. Un décret ministériel affirme que la haute tension (600 volts en continu, 150 en alternatif) est plus dangereuse que la basse tension. Cependant, la loi d'Ohm existe. Pourquoi parler uniquement de tension en négligeant la résistance et l'intensité ? On peut fort bien échapper à 3.000 volts et être tué par 150. Par exemple, une électrocution pénale consistait à faire passer 3.000 volts du crâne au séant du condamné. Il ne meurt pas. On abaisse la tension, la mort s'ensuit. La basse tension est-elle donc plus dangereuse que la haute ? On connaît des cas d'électrocution à 65 volts et même un à 35 volts. Ainsi la tension n'est pas mortelle en soi.

En même temps, on conçoit l'intérêt d'abaisser la tension du courant à 50 et même à 30 volts avant de le mettre à la disposition d'usagers non techniciens.

Intensité. — Dans l'universalité des cas, ce sont les ampères qui tuent. Mais ce principe n'est pas tout à fait absolu. Dans l'électrocution pénale, aux Etats-Unis, on administre huit ampères à haute tension. Or un seul ampère à basse tension peut tuer.

Pendant la guerre, pour déceler les sujets dits hystériques, les Allemands employaient un appareil analogue à celui que nous utilisons pour produire le torpillage faradique. Mais, au lieu d'être comme chez nous à très haute fréquence, donc inoffensif, le courant était sinusoïdal à faible fréquence et, quoique l'intensité fût seulement de 10 à 15 milliampères, il y eut cependant assez d'accidents mortels pour que la méthode fût abandonnée. Avec du courant continu, 15 à 20 milliampères suffisent à provoquer une syncope chez les enfants. Ainsi l'intensité n'est pas un facteur absolu puisque quelques milliampères peuvent tuer.

Nature du courant. — Le courant alternatif est-il plus dangereux que le courant continu ? On le dit. Mais cela non plus n'est pas absolu. D'après les expériences de Prévost et Batelli à Genève un chien est tué par 100 milliampères et 100 volts alternatifs, tandis que, pour la même intensité, il faut 330 volts continus. Et cependant, nous savons (d'Arsonval) que les courants à très haute fréquence sont inoffensifs. La courbe établie par Prévost et Batelli nous renseigne à ce sujet. Pour tuer un chien, il faut : 80 volts en continu, 30 volts pour une fréquence de 50 à 100, 80 volts pour une fréquence de 350. On voit donc que les courants alternatifs les plus dangereux sont ceux que nous utilisons dans nos intérieurs, à 50 périodes par seconde. Cependant, le courant continu présente un danger spécial : l'électrolyse, qui désorganise les tissus.

Facteurs biologiques : Résistance du sujet. — La résistance électrique du sujet, son aptitude à faire terre dépend évidemment du milieu : vêtements mouillés, chaussures à clous, sèches ou humides, et surtout *humidité du sol*. *On ne saurait trop insister sur ce dernier point. Il est essentiel. Tel qui sera simplement commotionné sur un sol sec sera inéluctablement tué sur un sol humide.* Mais c'est là le côté extrinsèque de la question. Reste à examiner la résistance propre du sujet.

Elle réside surtout dans la peau et principalement dans la couche cornée de l'épiderme.

Des mains de travailleur manuel présentent une résistance pouvant atteindre 200.000 ohms. Cela s'entend de mains sèches, car la résistance varie énormément avec l'état de sudation ou d'imprégnation de l'épiderme. En particulier, l'hyperhydrose, cette maladie des glandes sudoripares à sécrétion exagérée, est un danger pour qui est appelé à manipuler des appareils électriques. Il en est de même quand les mains sont imprégnées d'une substance saline (soude, potasse), comme il arrive dans certains travaux et certaines industries. La résistance du sujet diminue quand la surface de contact augmente. Mais cela n'est pas encore absolu puisqu'une étincelle peut tuer, et cependant, sa surface de contact avec l'épiderme est très faible. La résistance du sujet diminue également et tend vers un minimum absolu quand la tension augmente. La résistance diminue encore quand le passage du courant se prolonge. Elle varie considérablement avec l'état psychique du sujet. L'expérience classique de réflexe galvano-psychique est très caractéristique. Un circuit alimenté par une batterie de piles (force électromotrice 6 volts) a pour pôles deux cristallisoirs. Le sujet le ferme en trempant ses mains. Dans le circuit ainsi constitué est intercalé un galvanomètre à équipage mobile. Le sujet est dans le calme, le spot reste fixe. Qu'une excitation se produise : fermeture violente d'une porte, etc., le spot se déplace en indiquant une diminution de résistance (1). Enfin la résistance varie avec la nature de l'organe traversé. On prétend qu'il y a plus de danger quand le courant passe de bras à bras que quand il passe de la tête aux pieds. Ceci encore n'est pas absolu. Ce qui paraît essentiel, c'est la densité de courant soit à travers le cœur, soit à travers le bulbe rachidien. Toutefois, des expériences effectuées sur des chiens ont montré que, avec une électrode appliquée sur le crâne, l'autre au menton, on produisait des convulsions et des contractions musculaires. Si l'électrode du menton était transportée vers la queue, il y avait mort.

1. D^r ZIMMERN (N. d. l. r.).

État général du sujet. — L'effroi manifesté par le sujet en contact avec un fil électrique augmente singulièrement le danger couru. On se rappelle le malade d'appendicite mort de peur dans une clinique au moment où le professeur Verneuil indiquait du doigt l'incision qu'il pratiquerait. De même, Gellinek, de Vienne, cite un homme mort de peur au moment où, par inadvertance, il touchait un fil de haute tension qui, ce jour-là, n'était pas sous tension, le courant étant interrompu.

Le sommeil est une excellente protection. L'expérience se fait avec des lapins, les uns anesthésiés, les autres éveillés. Introduits dans le même circuit, les seconds sont tués, les premiers se réveillent sans aucun trouble. On a vu des ouvriers en contact avec des fils sous tension et, dans des conditions mortelles, rester indemnes parce qu'endormis. Enfin l'on sait également que, pendant notre sommeil, la foudre peut nous jeter à bas de notre lit sans autre dommage que cette chute.

Enfin la susceptibilité ou la tolérance individuelles aux effets de l'électricité sont conditionnées par l'âge, la race, la constitution, l'hyperhydrose, l'état du cœur, etc. (et cependant on a vu des cardiaques atteints par le courant électrique sans que leur maladie fasse aucun progrès).

D'après une récente théorie allemande, une catégorie de sujets est particulièrement exposée : les lymphaticothymiques et, plus généralement, tous ceux dont les glandes internes ont un fonctionnement anormal.

IV. LA CLINIQUE.

Il y a des accidents localisés et des accidents généraux.

Accidents localisés. — C'est la brûlure. Elle peut être thermique quand elle est produite par un phénomène accessoire, par exemple la projection de particules métalliques fondues par l'arc.

Mais la brûlure spécifiquement électrique a pour cause l'effet Joule. L'albumine et les autres colloïdes du corps sont coagulés.

Cette brûlure possède des caractères tranchés qui la distinguent nettement de la brûlure thermique. Elle est indolore, limitée, sans irradiations, sans suppuration, sans fièvre. Elle guérit spontanément, plus ou moins lentement, parfois avec perte de substance. Quand un membre a été fortement ravagé, il ne faut pas craindre la gangrène et amputer. Si l'amputation s'impose, elle se produira d'elle-même ainsi que la cicatrisation du moignon (1).

Accidents généraux. — Ils vont de la syncope à la mort. Il est particulièrement important de savoir comment celle-ci se produit, ceci afin de déterminer le traitement à appliquer en cas de mort apparente.

C'est le professeur d'Arsonval qui, le premier, vers 1887, mit en lumière les causes de la mort. Il l'attribue à deux mécanismes différents : 1° lésions dans les tissus par choc électrolytique ou effet Joule ; 2° action réflexe sur un centre nerveux dont l'inhibition arrête la fonction respiratoire ou cardiaque (asphyxie par le bulbe). Parfois, la mort n'est qu'apparente. L'électrocuté doit donc recevoir les mêmes soins que le noyé.

Mais les expériences de Prévot et Batelli semblent montrer que d'Arsonval n'a pas entièrement raison. D'après eux, les courants continus ou alternatifs à faible voltage agiraient directement sur le cœur qui entrerait en trémulation fibrillaire et ne pourrait reprendre son rythme normal. Boruto, de Berlin, confirme ces vues et, sans le dire clairement, laisse entendre que tous soins sont superflus, car la mort n'est pas qu'apparente mais réelle. Heureusement, Gellinek, de Vienne, combat cette théorie décourageante et soutient, au contraire, que la mort n'est le plus souvent qu'apparente. Il insiste sur ce que les conclusions de Prévot et Batelli ont été tirées d'expériences réalisées sur des chiens endormis au chloral ou à la morphine et le thorax ouvert.

Pour la haute tension, il ne peut y avoir discussion. Le bulbe est inhibé.

Enfin, la basse tension peut produire l'asphyxie par un méca-

1. Sauf, bien entendu, en cas d'infection surajoutée.

nisme particulier. Quand on saisit un pôle de chaque main, il y a contraction des muscles respiratoires, l'hématose ne s'accomplit plus. Si le contact est prolongé, il y a tétanisation des muscles et l'on finit par mourir si l'on n'est pas détaché. Ici encore, la mort peut n'être qu'apparente et la respiration artificielle s'impose.

V. LA PROPHYLAXIE.

C'est aux organes gouvernementaux, aux médecins et aux ingénieurs qu'incombe la charge de faire l'éducation du public de manière que, malgré la diffusion de l'électricité, le nombre des accidents diminue.

Plusieurs commissions ministérielles ont élaboré des prescriptions qui ne sont pas assez répandues et trop souvent inexécutées. Cependant, dans les usines, où le personnel supérieur est au courant et sait ce que coûte un accident, une discipline est imposée.

Avant tout, il faut instruire l'enfant. Non pas dans les livres, mais en lui montrant les appareils et même des expériences. Le cinéma documentaire peut y pourvoir.

Un audacieux (1) a demandé aux secteurs électriques d'imprimer un tract sur les quittances et les carnets d'abonnement. Il a essuyé un refus.

Cependant, l'Union des syndicats d'électricité publiera prochainement une brochure sur les précautions à prendre pour éviter les accidents.

L'Association des industriels de France contre les accidents du travail fait une excellente propagande par son bulletin, par ses affiches, par ses inspecteurs d'usine.

Quand tout le monde est au courant des précautions à prendre, pour qu'il n'y ait pas d'accidents, il suffit de vérifier fréquemment l'isolation des canalisations et des appareils manipulés : baladeuses, perceuses, etc. Pour ce faire, les usines possèdent le personnel compétent.

Mais les particuliers sont désavantagés. Cependant, ce sont

1. Le Dr ZIMMERN (*N. d. l. r.*).

ceux qui grincent le plus fréquemment quand un inspecteur du réseau pénètre chez eux pour vérifier l'isolement de leur installation. Ils devraient, au contraire, l'accueillir comme un porteur de sauvegarde. Ils devraient, en outre, s'intéresser à l'organisation qui vient de se former dans le but de vérifier l'isolement des appareils mis en vente et de les munir d'une marque spéciale. L'Union des syndicats d'électricité (1) donne tous les renseignements sur cette organisation.

VI. LA THÉRAPEUTIQUE.

Les méthodes de traitement rationnel sont encore peu répandues. Certes, il y a des cas dont on ne connaît pas la solution. Par exemple, quand un ouvrier au sommet d'un pylône est atteint par un courant que l'on ne peut pas couper tout de suite. Que faire ? Faut-il provoquer la chute et substituer une autre mort à l'électrocution ?

Mais, en général, la conduite à tenir est simple. Ne pas saisir le patient tant qu'il est en contact avec le fil. On risquerait d'être soi-même électrocuté. Il faut écarter le fil en évitant de le toucher ; se servir pour cela du moyen de fortune que l'on a sous la main : bâton bien sec, chiffon de laine ou de soie bien sec, etc., et surtout pas un parapluie.

Ceci fait, ne donner d'autre soin que la respiration artificielle et uniquement par la méthode Schœffer. Le patient est couché sur le ventre, la tête reposant sur une joue. Le soigneur l'enjambe, s'agenouille, appuie ses mains à plat sur le dos au bas des côtes et, à la cadence du rythme respiratoire, pèse de tout son poids sur les côtes, puis les soulage. *Il faut prolonger ce traitement pendant des heures. On a vu des électrocutés revenir à eux après plus de trois heures de méthode Schœffer.* C'est fatigant. Il faut plusieurs soigneurs qui se relayent.

Il y a quelques années, pendant qu'il était encore interne, le dr Panis a imaginé un dispositif mécanique produisant, par la

1. 25, boulevard de Malesherbes, Paris 8°.

simple manœuvre d'un levier, la compression et la décompression thoracique selon le procédé de Schœffer. L'effort à faire sur ce levier est si faible qu'un soigneur quelconque peut manœuvrer l'appareil d'une seule main et pendant des heures entières sans la moindre fatigue. Cet appareil a sa place dans tout hôpital, dans toute infirmerie, dans tout poste de secours.

Le traitement est puissamment complété par des inhalations d'oxygène au moyen d'un masque Legendre et Nicloux. Et, si on le peut, l'oxygène doit être mélangé avec 5 % d'anhydride carbonique. On sait, en effet, d'après les travaux de Mosso, que l'anhydride carbonique est un excitant du bulbe et des centres respiratoires.

NOTE AU SUJET DU DANGER SPÉCIAL DES COURANTS ALTERNATIFS PROVENANT DE LA CAPACITÉ, (1)

par M. Guéry.

Aujourd'hui, par suite du développement rapide des distributions d'énergie électrique et peut-être bien, pour une large part, de l'attrait de la nouveauté, tout le monde est plus ou moins électricien. L'électricité industrielle figure même dans le programme du baccalauréat, où je vois, non sans crainte d'ailleurs pour la formation intellectuelle des jeunes gens, figurer les courants polyphasés.

L'idée que le danger des courants n'existe que si l'on touche les deux conducteurs est certainement aujourd'hui très répandue dans le public. Or cette idée est complètement fausse, même dans le cas d'un isolement parfait des lignes, si le corps n'est pas lui-même parfaitement isolé du sol. Cette considération est en général peu développée, et c'est ce qui m'engage à transcrire textuellement un paragraphe emprunté à la rédaction écrite d'un cours que j'ai professé en 1905, en collaboration avec notre collègue M. Duval, à l'Ecole spéciale de travaux publics.

« ... On doit également attribuer à la capacité le danger parti-

1. Parue dans le *Bulletin de la Société internationale des électriciens*, 1911, n° 8.

culier que présentent les courants alternatifs pour la sécurité des personnes qui ont à s'approcher des conducteurs.

« Sur une ligne à courant continu parfaitement isolée du sol, il n'y aurait aucun danger à toucher un seul conducteur de ligne.

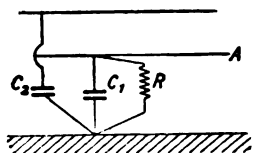


Fig. 1.

Le corps ne serait, en effet, soumis à aucune différence de potentiel. Il n'en est pas de même avec une ligne à courants alternatifs.

« Il y a toujours danger à toucher un seul conducteur d'une ligne à courants alternatifs de haute tension ; le danger est d'autant plus grand que la capacité de

la ligne est plus grande.

« En effet, soit une ligne monophasée fonctionnant sous une tension E , et ayant, par rapport au sol, des capacités C pour chaque conducteur (fig. 1). Si un homme touche un des conducteurs A , il shunte l'une des capacités par la résistance R de son corps ; il est alors traversé par une partie du courant de capacité correspondant au conducteur B avec lequel il n'est pas en contact. Cherchons la valeur de la tension e à laquelle l'homme se trouve soumis, c'est-à-dire la différence de potentiel entre le sol et le conducteur A .

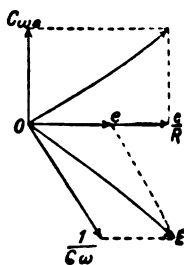


Fig. 2.

« Supposant e connu ; nous pouvons tracer le diagramme de la figure 2.

« Le courant passant dans le condensateur C_1 est $C\omega e$, en avance de $\frac{\pi}{2}$ sur e . Le courant passant dans R est $\frac{e}{R}$, en phase avec e . Le courant total I qui passe dans C_2 est donné par la composition de ces deux courants. Il donne lieu, aux bornes de C_2 , à une tension $\frac{1}{C\omega}$, en retard de $\frac{\pi}{2}$ sur I , et qui, composée avec e , doit donner E .

« On déduit facilement de l'examen du diagramme :

$$e = \frac{E}{\sqrt{4 + \frac{1}{R^2 C^2 \omega^2}}}.$$

« La tension e , qui serait nulle pour une capacité nulle, est donc inférieure à $\frac{E}{2}$; mais elle se rapproche d'autant plus de cette valeur que la capacité est plus grande.

« Supposons, par exemple :

$$R = 10000 \text{ ohms,}$$

$$C = 5 \text{ microfarads,}$$

$$\omega = 314 \text{ (50 périodes) ;}$$

$$e = \frac{E}{\sqrt{4 + \frac{1}{(10.000 \times 5 \times 10^{-6} \times 314)^2}}} = \frac{E}{\sqrt{4 + \frac{1}{(15,7)^2}}}.$$

e ne diffère de $\frac{E}{2}$ que d'une quantité absolument négligeable.

« Donc un homme touchant un conducteur d'un réseau monophasé à 10000 volts, s'expose à une tension de 5000 volts.

« On montrerait de même qu'en touchant un conducteur d'un réseau triphasé ayant une tension E entre fils on s'expose à une tension $\frac{E}{\sqrt{3}}$.

« Il faut donc prendre les plus grandes précautions au voisinage des conducteurs à haute tension et retenir surtout qu'un bon isolement des installations par rapport au sol ne met pas le personnel à l'abri du danger. Partout où l'on peut avoir à s'approcher de conducteurs sous tension, il est bon de recouvrir le sol d'un tapis isolant... »

J'ajouterai seulement une ou deux remarques à ce qui précède.

Conservant la même tension de 10.000 volts, je suppose seulement 1 kilomètre de câble en circuit, soit une capacité de $0^{\mu}\text{F}, 18$ environ, et je me place dans le cas de la fréquence 25, toutes conditions favorables à la réduction du danger signalé. J'admets, comme résistance du corps, 1000 ohms seulement, ce qui suppose des contacts bien établis. Dans ces conditions, la tension e se réduit à 285 volts, chiffre encore dangereux, d'après M. le d^r Weiss, dans les conditions de faible résistance du corps que nous avons admises.

D'autre part, dans des installations de ce genre, si la résistance

d'isolement des câbles était seule en jeu, il n'y aurait jamais de danger ; car un câble dont la résistance d'isolement s'abaisserait à une valeur dangereuse serait bien près de claquer. D'autre part, une résistance d'isolement de 40 mégohms est facile à obtenir pour un tableau. Mettons en circuit 40 de ces tableaux ; nous arrivons à une résistance d'isolement d'un mégohm, qui ne serait pas dangereuse s'il n'y avait pas de capacité ; car, mise en série avec le corps humain supposé d'une résistance de 1000 ohms, elle laisserait celui-ci soumis à une tension de 10 volts seulement.

Nous pouvons donc dire que les conditions de bon fonctionnement des réseaux exigent des résistances d'isolement qui ne laissent subsister aucun danger provenant de dérivations par conductance.

Je crois qu'il serait très utile de bien faire pénétrer dans l'esprit du public instruit cette idée, que le contact avec un seul conducteur est presque toujours dangereux ; et c'est la raison pour laquelle je me suis permis de rappeler ces faits, qui ne peuvent être ignorés des spécialistes que sont nos collègues.

Je terminerai en citant une démonstration pratique de ce qui précède : elle m'a été fournie par un de mes anciens camarades de l'École supérieure d'électricité qui, vers 1900, dirigeait un petit réseau de province à courants alternatifs à 2000 ou 3000 volts. Il avait remarqué qu'il pouvait toucher impunément une borne de ses machines quand elles n'étaient pas reliées au réseau, et qu'il n'en était plus de même quand les câbles armés souterrains étaient mis en circuit. D'abord surpris par ce phénomène, je n'avais pas tardé à l'attribuer à la capacité. Je n'engagerai personne à reproduire l'expérience de mon camarade, d'autant plus que les puissantes machines que l'on construit aujourd'hui peuvent bien avoir une capacité non négligeable.

REVUE DES PÉRIODIQUES.

La valve K.L.1. Avantages des valves à cathode chauffée indirectement (Sohnemann, *Zeitschrift für Fernmelde-technik*, 29 juin 1928 : analyse d'un article paru dans *Wireless world*, n° 412, vol. 21, n° 3). — On décrit d'abord, dans cette étude, la lampe K.L. 1, chauffée indirectement. Le filament de chauffage et la cathode sont deux éléments séparés. Le filament est constitué par une spirale en fil de tungstène. Autour de celle-ci, mais sans la toucher cependant, se trouve la cathode. Elle est constituée par un cylindre de nickel dont la surface est oxydée. La cathode est portée au rouge sombre indirectement par la spirale de chauffage. Le cylindre formant la cathode n'occupe pas une position verticale, afin d'éviter que la chaleur rayonnée par l'extrémité ouverte A n'échauffe le culot de la lampe, ce qui produirait le dégagement des gaz occlus dans ce culot. Le courant de chauffage de la spirale est emprunté au réseau d'éclairage par l'intermédiaire d'un transformateur.

A l'avantage de pouvoir utiliser le réseau pour le chauffage, s'en ajoute un second, qui ressort des considérations suivantes.

Pour les lampes amplificatrices, il est nécessaire que la résistance intérieure R soit faible et que le facteur d'amplification de tension m soit élevé. On peut augmenter la valeur du rapport $\frac{m}{R}$ de trois manières :

1° en réduisant la charge spatiale à l'aide d'un potentiel positif supplémentaire au voisinage de la cathode ;

2° par l'emploi d'un filament de chauffage plus long ;

3° en réduisant le rapport numérique entre le diamètre de la grille et celui de la cathode.

Le premier moyen est réalisé dans les lampes bigrilles. Mais ce genre de lampes ne s'est pas très répandu, car le prix en est très élevé à cause de la difficulté de leur fabrication.

Le deuxième perfectionnement, consistant dans l'emploi d'un filament plus long, ne peut s'exercer que dans d'étroites limites, imposées par la grande chute de tension qui se produit le long du filament.

La troisième méthode ne peut non plus être appliquée sans limitation dans les lampes chauffées directement, parce que le filament, dilaté par la chaleur, est déporté de sa position normale, et vient en contact avec la grille s'il se trouve placé trop près de celle-ci.

La lampe indirectement chauffée a donc l'avantage d'étendre considérablement les limites relatives à l'augmentation de valeur du rapport $\frac{m}{R}$. Dans cette lampe, la cathode n'est plus un mince filament qui se déforme sous l'action de la chaleur, mais un cylindre rigide, de diamètre relativement grand. Le rapport du diamètre de la grille au diamètre de la cathode peut être considérablement diminué. En outre, la chute de tension de chauffage le long de la cathode est supprimée. La cathode possède ainsi, sur toute sa longueur, la même différence de potentiel avec l'anode.

Les rapports entre les recherches de science pure et les applications électriques (*Industrie électrique*, 10 mai 1928). — On a déjà dit et écrit que les progrès réalisés dans l'ordre technique et dans les applications qui relèvent de l'ingénieur sont dus le plus souvent aux résultats des recherches poursuivies dans le domaine de la science pure, avec la préoccupation, de la part des chercheurs, d'accroître surtout la somme des connaissances humaines, sans se préoccuper des profits matériels pouvant en découler pour le public ou pour eux-mêmes.

C'est une thèse qui se dégage fortement du beau livre que le professeur J. A. Fleming vient de publier, à Londres, chez l'éditeur Constable (1) et de l'article documenté que lui consacre le *Times* (Trade and Engineering supplement du 10 décembre).

Les nombreux exemples invoqués par le professeur Fleming à l'appui de sa thèse intéressent différentes branches de l'industrie

1. Sous le titre de *The interaction of pure scientific research and electrical engineering*.

électrique, dont certaines sont considérées à tort comme ayant achevé leur évolution scientifique et n'ayant que de rares services à attendre désormais des recherches, dont leurs dirigeants se désintéressent.

On ne peut pas se retenir de penser, en lisant l'ouvrage du célèbre physicien et inventeur anglais, qu'une telle opinion, propre à entretenir dans les milieux professionnels un sentiment d'aveugle sécurité dans la routine, doit être combattue en toute occasion par la parole et par la plume, et l'on souhaiterait voir reconnus, garantis bientôt par des mesures officielles internationales, les droits acquis de cette façon par les savants et les inventeurs désintéressés. L'ouvrage de Fleming est de ceux que les défenseurs de la propriété scientifique peuvent lire pour y puiser des exemples et des arguments irrésistibles à l'appui de leurs initiatives.

Il en est fourni par l'électromagnétisme, la conductibilité et la technique des isolants électriques, par les recherches sur toutes les formes de décharge, de l'effluve à l'arc électrique, par la téléphonie, par l'étude des phénomènes transitoires, par la technique des mesures, de l'électrochimie, de l'électrometallurgie, etc...

Un intérêt particulier s'attache aux renseignements que fournit le professeur Fleming sur les travaux de Hopkinson, sur ceux de Mordey, d'Edison et de lui-même.

Parmi les plus vivants de ses commentaires et souvenirs, se recommandent tout spécialement au lecteur ceux qui sont relatifs aux travaux qui ont conduit, par des sentiers un peu emmêlés, tracés en ligne brisée, les physiciens tels qu'Edison, Fleming, et J. J. Thomson à fournir, par leurs contributions respectives, des éléments théoriques et pratiques dont l'heureux foisonnement est venu bientôt ouvrir la voie aux applications si fécondes de la T.S.F. et de la radiophonie.

Il est seulement à regretter que l'effort français dans cette voie semble encore trop méconnu à l'étranger : et c'est encore une raison de plus que nous découvrons, raison de morale et d'équité, qui devrait être déterminante, de désirer que le statut de la propriété scientifique prenne corps d'ici peu dans tous les pays que la France appelle à sanctionner, par des mesures internationales, l'initiative éclairée et généreuse qu'elle a prise, sans trouver jusqu'ici un suffisant écho par delà les frontières.

INFORMATIONS.

Service postal aérien. — Depuis le 16 juillet dernier, les services aériens Moscou—Bakou et Bakou—Téhéran et au delà sont ouverts au transport des correspondances par avion en provenance de France. Ces services prolongent la ligne aérienne Paris—Berlin—Moscou et peuvent être utilisés pour la transmission des correspondances de toute nature, ordinaires ou recommandées, à destination de l'Ukraine, de la région du Don, du Kouban, de la Caucasic (Tchéchénie), de l'Azerbaïdjan et de la Perse.

Les expéditions ont lieu de l'aéroport du Bourget, chaque jour, sauf le dimanche, à 9^h35. De Moscou, les départs ont lieu chaque jour, sauf le dimanche ; de Bakou, le mardi de chaque semaine ; et de Téhéran, vers Bouchir tous les vendredis, et vers Kasré-Chirine tous les samedis.

Les surtaxes aériennes applicables aux correspondances sont fixées aux taux suivants :

De France en U.R.S.S. (Europe) : 2^f,50 par 20^g ou fraction de 20^g ;
De France en Perse 6^f par 20^g ou fraction de 20^g.

Une lettre partant de Paris à 9^h 35 arrive à Bakou le 4^e jour à 14^h 15 et à Téhéran le 5^e jour à 12 heures (à condition toutefois que cette lettre parvienne à Bakou le lundi).

— Depuis le 8 août dernier, le paquebot « Ile de France », de la Compagnie générale transatlantique, qui fait le service entre le Havre et New York, emporte à bord un avion, qui quitte le navire en mer de façon à réaliser, dans chaque sens, un gain de 24 heures sur la durée du parcours maritime restant à effectuer. La liaison aérienne ainsi établie s'effectue entre le paquebot et New York à l'aller, et entre le paquebot et le Bourget au retour. Dans les deux sens, l'arrivée est réglée pour que le courrier transporté par cet avion puisse profiter de la première distribution, tant à Paris qu'à New York.

Ouverture de relations téléphoniques avec le Mexique. — Depuis le 1^{er} juillet, l'échange de conversations téléphoniques est autorisé entre Paris et les villes suivantes du Mexique : Mexico, Monterrey, Nuevo Laredo, Queretaro, Saltillo, San Luis Potosi, Tampico, dans les mêmes conditions et aux mêmes heures (de 11^h30 à 3^h du matin, heure légale française) que dans le service avec les Etats-Unis, Cuba et le Canada.

La taxe applicable, pour les trois premières minutes, est fixée à 1.593^f,75 (francs français). Pour la période excédant les trois premières minutes, la taxe de chaque minute est fixée au tiers de la taxe des trois premières minutes, soit 531^f,25 (francs français).

La taxe de préparation, perçue à la place de la taxe de conversation, lorsqu'une conversation « de personne à personne » ne peut être établie parce que la personne demandée ou son remplaçant sont introuvables, est fixée, comme dans les relations franco-américaines existant déjà, à 156^f,25 (francs français).

Remarquable utilisation de la radiotéléphonie transatlantique. — Le numéro de juin 1928 du Journal of the Institution of electrical engineers rend compte d'une séance tenue en commun par cette société savante et l'American Institute of electrical engineers : les membres de ces sociétés se trouvaient rassemblés dans le local habituel respectif de leurs réunions, les premiers à Londres, les seconds à New York. Dans ces salles, étaient disposés un microphone et des haut-parleurs : la communication entre les deux villes était assurée par le système de radiotéléphonie transatlantique installé à Rugby et à Cupar.

Des allocutions furent prononcées successivement par MM. A. Page, président de la société britannique, B. Gherardi, président de la société américaine, F. B. Jewett et J. J. Carty, vice-présidents de l'American Telephon and Telegraph Co, T. F. Purves, ingénieur en chef de l'office britannique, et Sir Oliver Lodge, l'illustre physicien. Ces éminents personnages rappelèrent quels liens existaient entre les deux sociétés et rendirent hommage aux savants et aux techniciens dont les efforts poursuivis avaient conduit à la réalisation de la téléphonie transatlantique et permettaient ainsi une réu-

nion commune de deux institutions dont les sièges sont séparés d'environ 7.000 kilomètres.

Le cœur électrique. — Un modèle électrique du cœur humain vient d'être présenté par M. van der Pol dans une conférence parisienne, et la légitime curiosité suscitée par les recherches et l'invention du savant hollandais n'est pas près de s'éteindre. Le patronage de cette présentation, faite par la Société des amis de la T.S.F., la Société française des électriciens et la Société de biologie, indique déjà bien le large intérêt attaché aux recherches du chef du laboratoire de radio-électricité d'Eindhoven.

Car il ne s'agit pas seulement de la représentation, au moyen de petites lampes, des contractions successives des organes du cœur humain, ce qui serait une simple commutation automatique à la portée de tout électricien. C'est à la suite de déductions mathématiques et de recherches expérimentales sur les phénomènes d'oscillation et de résonance, que M. van der Pol a dégagé les propriétés des oscillations « de relaxation », dans lesquelles certaine résistance négative ou d'inertie intervient et rend les phénomènes apériodiques.

L'étude des phénomènes de relaxation du cœur humain lui a permis de reconstituer en trois circuits électriques couplés les trois organes pulsatoires de notre centre de circulation : sinus, oreillette et ventricule battent périodiquement suivant la décharge de condensateurs à travers des lampes à néon. Par la modification des couplages, l'inventeur fait reproduire au cœur artificiel des diverses anomalies observées dans les maladies du cœur, et c'est là ce qui intéresse beaucoup les médecins, car ceux-ci ne peuvent observer, le plus souvent, que des mouvements passagers et fugitifs ; et la reproduction de ces mouvements par appareil sera d'un précieux secours pour l'étude de leur diagnostic. On prend déjà, à l'aide d'amplificateurs, des « cardiogrammes » très utiles. Le fait que des « électro-cardiogrammes » ont pu être jugés, par les spécialistes, analogues en tous points à ceux que donne le cœur humain, indique tout le profit que la médecine pourra retirer des études de M. van der Pol.

Les auscultations cardiaques peuvent aujourd'hui être transmises par fil ou sans fil à toute distance, et c'était déjà là une sérieuse

contribution de l'électricité au soulagement de nos maux. En attendant qu'elle puisse nous doter d'un cœur artificiel et capable de battre à toutes les cadences, ce qui n'est guère à souhaiter, l'étude des ondes est une nouvelle science qui va relier peut-être très étroitement l'électricité à la biologie, c'est-à-dire à la science de la vie elle-même.
(*L'Electricien.*)

BIBLIOGRAPHIE.

Probability and its engineering uses, par THORNTON C. FRY, Ph. D., Member of the technical staff, Bell Telephone Laboratories Inc., New York, D. van Nostrand Co., 1928. 1 vol. in-8° de 500 pages, avec 47 figures. — Prix : \$ 7,50.

Cet ouvrage expose les matières traitées dans un cours fait par l'auteur, d'abord aux Bell Telephone Laboratories, ensuite à l'Institut Technologique du Massachussetts.

Le chapitre I^{er} est une introduction consacrée à l'étude de la notion de probabilité.

Le chapitre II traite des permutations et combinaisons.

Le chapitre III expose les principes de la théorie des probabilités et les explique en les appliquant à plusieurs problèmes de tri de boules dans une urne.

Le chapitre IV est consacré au théorème de Bernoulli, et le chapitre V au théorème de Bayes.

Le chapitre VI traite des probabilités continues à une ou plusieurs variables.

Le chapitre VII est consacré aux moyennes, à l'espérance mathématique, à la médiane, aux écarts, etc...

Le chapitre VIII traite des lois de distribution qui se rencontrent le plus fréquemment dans l'art de l'ingénieur. L'auteur définit les expressions : points distribués *individuellement* et *collectivement* au hasard sur un segment : des points sont dits distribués *individuellement* au hasard sur un segment, si chaque point est placé au hasard sur le segment, indépendamment de tous les autres ; des points sont dits distribués *collectivement* au hasard sur un segment si la probabilité pour qu'un intervalle déterminé contienne n points est indépendante du nombre de points contenu dans tout autre intervalle n'ayant aucune partie commune avec le premier. Viennent ensuite

les démonstrations du théorème de Poisson : *Si des points sont distribués individuellement et collectivement au hasard dans un intervalle (a, b), la probabilité pour qu'il existe n points dans un intervalle x est égale à :*

$$P(n, x) = \frac{(kx)^n}{n!} e^{-kx},$$

k représentant la moyenne du nombre de points répartis sur l'unité de longueur. L'auteur s'étend longuement sur cette loi et en donne des applications.

Le chapitre IX traite de l'ajustement et des questions de statistique.

Le chapitre X est consacré aux problèmes de trafic téléphonique. L'auteur expose les diverses hypothèses que l'on peut faire en ce qui concerne le trafic. Dans différents cas simples sans dispositifs de délai d'attente, il donne des formules faisant connaître la proportion d'appels perdus et représente ces formules par des courbes. Dans le cas où il y a des dispositifs de délai d'attente, l'auteur fait remarquer que les formules donnant la durée moyenne d'attente et la proportion d'abonnés servis sans délai dépendent essentiellement de la loi de répartition des durées d'occupation : il étudie le cas d'une seule ligne en supposant que les durées d'occupation sont toutes égales, et le cas de plusieurs lignes lorsque les durées d'occupation suivent la loi exponentielle. Dans le cas où les appels sont répartis individuellement et collectivement au hasard, il retrouve les résultats classiques d'Erlang ; l'identité des résultats n'apparaît d'ailleurs pas immédiatement, car les notations sont très différentes de celles de l'auteur danois. Signalons toutefois que la démonstration des formules d'Erlang, dans le cas où il n'y a pas de dispositif de délai d'attente et où la loi des durées des communications est quelconque, nous semble incorrecte : l'auteur raisonne constamment comme si la probabilité pour qu'une conversation se termine dans un intervalle de temps Δt était indépendante de l'âge de cette conversation ; or cela n'est exact que si la loi des durées est exponentielle, et les raisonnements faits par l'auteur ne sont valables que dans ce cas.

Le chapitre XI est consacré à la théorie cinétique des gaz et aux phénomènes statistiques qui résultent de la structure moléculaire de la matière et de l'électricité.

De nombreuses tables numériques sont à l'intérieur des chapitres et en appendice. A côté des applications traitées dans le texte, des problèmes à résoudre sont donnés en exercices. On trouve à la fin de chaque chapitre des indications bibliographiques.

L'auteur étudie surtout les principes du calcul des probabilités, et le trafic téléphonique lui-même n'est envisagé au chapitre X que comme une illustration de ces principes.

La lecture de l'ouvrage ne nécessite aucune connaissance de mathématiques supérieures.

A. VAULOT.

L'Electricité, par Lucien Poincaré, directeur au ministère de l'instruction publique. Edition refondue et augmentée par Paul Bunet, ingénieur, ancien vice-président de la Société française des électriciens. Paris, Ernest Flammarion, 1927. 1 vol in-18.

En composant cet ouvrage, l'auteur s'était proposé de présenter, à l'usage du public éclairé, un tableau aussi fidèle que possible de l'état actuel de l'électricité, de rappeler les principes scientifiques d'où découlent les applications nombreuses de l'électricité, et de passer en revue les plus importantes de ces applications. Le succès réservé à l'ouvrage justifiant le tirage d'un dix-huitième mille, les éditeurs ont confié à M. Bunet le soin de le refondre, en tenant compte des derniers travaux scientifiques et des récentes réalisations pratiques des nouvelles théories.

L.-J. C.

Le gérant :

HENRI DÉVÉ

LES BASES DE LA LUTTE CONTRE LA TUBERCULOSE DANS LES P.T.T., (1)

par le **dr BEAUFUMÉ,**
médecin-chef des P.T.T..

Messieurs,

Permettez-moi d'abord de vous remercier d'être venus si nombreux et laissez-moi vous dire combien il m'est agréable de reconnaître parmi vous, non seulement des dirigeants de l'administration et des chefs de service, mais aussi des membres des conseils de vos associations, de vos syndicats et de vos mutualités. Si je m'adresse à tous pour vous demander d'agir chacun dans votre sphère respective, c'est aux représentants de vos groupements professionnels que je fais particulièrement appel pour qu'ils se pénètrent des idées que je vais vous exposer, pour qu'ils aillent porter la bonne parole auprès de leurs adhérents, pour qu'ils persuadent et stimulent l'administration, pour qu'ils gagnent à la juste cause les rapporteurs des commissions des finances et les législateurs.

C'est une notion banale que la tuberculose est fréquente dans les P.T.T.. Je n'en veux pour preuves que les deux statistiques suivantes :

En 1919, dans une communication que j'ai faite devant l'Académie de médecine, j'ai établi, après une enquête minutieuse et personnelle, qu'il y avait 1 tuberculeux sur 33 postiers, c'est-à-dire une proportion de 3 0/0. Puisque vous êtes maintenant près de 165.000 unités, c'est donc approximativement 5.000 tuberculeux qui existent parmi vous. Je sais bien que la guerre a favorisé chez un certain nombre de vos collègues le développement de tuber-

1. Conférence publique faite le 30 mai 1928 à l'amphithéâtre de l'Ecole professionnelle supérieure des P.T.T..

culoses latentes ou frustes, et je sais bien aussi qu'un certain nombre de tuberculeux sont entrés ou entrent dans les cadres comme anciens combattants ; mais cet accroissement est largement compensé par un mieux-être général et par un meilleur recrutement de la majorité du personnel, grâce à nos comités médicaux régionaux. De telle sorte que cette proportion de 3 % de 1919 peut nous servir de base aujourd'hui.

D'autre part, depuis la loi du 30 juin 1923 sur les congés de longue durée pour tuberculose ouverte, il a été accordé, de 1922 jusqu'au 1^{er} avril 1928, c'est-à-dire pendant environ 6 ans, 2.495 congés. A l'heure actuelle, 1.046 agents en bénéficient, dont 580 hommes et 466 dames.

Ces 1.046 congés se répartissent ainsi d'après l'âge :

de 20 à 30 ans.....	359,
de 30 à 40 ans.....	341,
de 40 à 50 ans.....	251,
de 50 à 60 ans.....	95,

c'est-à-dire avec une très forte majorité au-dessous de 40 ans.

Enfin, sur 2.495 congés accordés,

1.043 sujets sont déjà morts (déchet formidable),

322 seulement ont pu reprendre jusqu'alors leurs fonctions (proportion infime),

38 ont été admis à la retraite, et

46 mis en disponibilité.

La triste éloquence de ces chiffres me dispense d'y insister, sauf pour en tirer cette conclusion, qu'il importe de remédier à une telle situation.

Du reste, de divers côtés des projets ont été mis en avant, les uns préconisant des dispensaires, les autres des sanatoriums, d'autres des mesures de désinfection systématique et préventive des locaux, etc... En 1904, à la suite d'une campagne du journal *Le Matin*, l'administration a créé un service d'inspection médicale des locaux avec consultation spéciale et déclaration administrative obligatoire : ce service, à la tête duquel est placé mon distingué collègue le d^r Pescher, qui nous est d'une si grande utilité à divers points de vue, ne paraît malheureusement pas avoir fait diminuer

d'une façon appréciable les cas de tuberculose. De telle sorte que les efforts de chacun, méritoires en soi, ne donnent pas les résultats désirés par tous. C'est qu'en effet il manque un plan général, une coordination, une liaison, une direction. Et c'est justement ce plan général assez complexe que je voudrais à mon tour vous exposer.

* * *

Toutefois, auparavant, il importe que vous sachiez déjà, d'une façon générale, comment on devient tuberculeux.

La tuberculose, sauf des cas exceptionnels, n'est pas une maladie héréditaire. On n'apporte pas avec soi le bacille en naissant, pas plus qu'on n'hérite de ses parents d'un terrain prédisposé spécialement à la tuberculose. Et la meilleure preuve qu'il n'y a pas de terrain spécifique tuberculisable, c'est que si l'on soustrait l'enfant à sa mère tuberculeuse aussitôt après sa naissance et qu'on le place dans d'excellentes conditions hygiéniques il a les plus grandes chances de ne pas devenir tuberculeux.

La contagion résume, dans la pratique, comme l'enseignent nos principaux phthisiologues et notamment le prof. L. Bernard, l'étiologie de la tuberculose, et cette contagion a lieu, dans l'immense majorité des cas, dans les premiers mois de la vie ou dans l'enfance, ainsi que le montrent la clinique, les réactions à la tuberculine et les autopsies des jeunes sujets ; et l'on admet que, dès la fin de l'enfance à 15 ans, presque tous les êtres qui doivent être touchés par la tuberculose le sont déjà. Mais heureusement les bacilles tuberculeux infectants ne produisent pas chez tous les enfants une tuberculose évolutive ; bien au contraire, s'ils sont peu nombreux, ils se localisent, ils s'enkystent surtout dans les ganglions lymphatiques et, bien plus, ils produisent même une vaccination, une immunité de l'organisme.

Dans ces conditions, comment comprendre la tuberculose de l'adulte ? car c'est une vérité évidente que, si, dans nos contrées civilisées, dans les grandes villes en particulier, la plupart des hommes sont des tuberculisés, si nous tous ici sommes porteurs de

bacilles dans la proportion de 97 %, nous sommes loin d'être tous des malades, des tuberculeux. Ce paradoxe apparent s'explique par la latence d'un grand nombre de lésions tuberculeuses et par les surinfections. En effet, d'une part, les bacilles de Koch, enkystés et immobilisés depuis le jeune âge dans les ganglions, dont rien ne révèle apparemment la présence, peuvent se réveiller et pulluler un jour, 10 ans, 20 ans, 40 ans plus tard, sous des influences diverses physiologiques, pathologiques ou sociales qui provoquent le fléchissement de la résistance organique : c'est là la grande cause des tuberculoses de l'adulte, et l'on a pu dire justement que « la phthisie pulmonaire de l'adulte n'est que la fin d'une histoire dont les origines datent de l'enfance ».

D'autre part, l'adulte peut également, mais bien moins souvent, être l'objet d'une nouvelle contamination, si l'immunité acquise du fait de la primo-infection ancienne a disparu ; mais nous savons aujourd'hui que cette nouvelle contagion nécessite surtout une source riche en bacilles et qu'elle ne trouve guère sa possibilité que dans des conditions hautement déterminées, comme dans la tuberculose conjugale, entre mari et femme, où la vie est commune et intime, où les contacts sont journaliers, répétés et prolongés ; et encore, retenez bien ceci, ne se produit-elle que rarement, dans 8 % des cas (L. Bernard et Denoyelle).

Et ceci m'amène tout naturellement à vous parler d'une question qui hante particulièrement l'esprit des postiers, question qui est un des points névralgiques de cette conférence pour employer une expression à la mode ; je veux parler de la fameuse question de la *tuberculose postale professionnelle* soulevée en 1898 par le professeur Landouzy, exposée en 1905 par votre collègue Douyan au Congrès international de la tuberculose, développée depuis lors dans la grande presse et dans vos journaux professionnels ainsi que dans vos congrès ; tuberculose qualifiée de professionnelle en raison surtout de la notion de contagion, soit du fait de locaux malsains et poussiéreux, soit par la manipulation de sacs à dépêches ayant traîné sur les quais des gares ou le plancher des voitures et couverts de boue bacillaire, soit par l'usage des mêmes appareils téléphoniques, soit par les agents malades qui contamineraient leurs voi-

sins, soit même par le public qui tousse au niveau des guichets ou crache sur les planchers.

a) Or qu'est-ce d'abord qu'une maladie professionnelle ? C'est une maladie qui, par définition, existe du fait de la profession : par exemple, le saturnisme chez les individus qui manipulent des composés de plomb comme la céruse et le minium, l'anthraxose chez les mineurs qui sont constamment plongés dans une atmosphère de poussières de charbon, les radiodermites et le cancer chez les radiologistes qui sont exposés chaque jour à l'action des rayons X ou du radium. Rien de semblable pour le personnel des P.T.T., qui n'est en aucune façon soumis à une contamination presque forcée.

Il y a 30 ans, la contagion par les crachats desséchés et mélangés aux poussières était regardée comme la cause principale de la tuberculose ; or nous savons aujourd'hui que les bacilles de Koch ne résistent pas très longtemps, une fois hors des malades. A la lumière solaire directe, le bacille de Koch est tué en un temps qui varie de quelques minutes à deux heures ; à la lumière diffuse, qui est la condition de vos locaux, il périt au bout de plusieurs jours. De telle sorte que les poussières des bureaux sont en réalité peu dangereuses au point de vue de la tuberculose. Surtout, ne me faites pas dire ce que je ne dis pas, car il est bien évident que, d'une façon générale, des locaux insalubres, une atmosphère confinée et chargée de poussières ont une influence très nocive pour les muqueuses des voies respiratoires et pour les poumons, ainsi que pour la santé générale.

En réalité, pour qu'il y ait contamination ou surinfection, il faut surtout que des particules humides de salive bacillifère soient lancées d'individu à individu en crachant, en toussant, en parlant, par ce postillonnage qui existe environ dans une zone de 1^m,20 autour du tuberculeux pulmonaire ouvert. Et c'est ce qui est particulièrement évident dans la *contamination familiale* entre conjoints, entre parents et enfants, où, comme je vous l'ai dit, les rapports sont répétés ou constants. Et c'est pourquoi la contagion est très rare ou même infiniment rare dans vos bureaux, malgré les idées régnantes, basées sur des constatations ou des statistiques superficielles ou mal interprétées. Ni moi ni le dr Pescher n'avons encore rencontré un seul cas de tuberculose dont l'étiologie pro-

fessionnelle soit hors de contestation. Dans les *prétendues épidémies de bureaux* qui nous ont été signalées, nous n'avons encore jamais trouvé de foyer indiscutable en procédant à des enquêtes approfondies. Je ne vous citerai, en exemple, qu'une prétendue épidémie de tuberculose signalée en 1919 par un médecin et qui fit alors quelque bruit au bureau central du XX^e arrondissement de Paris et qui sévissait uniquement sur les 156 sous-agents de ce bureau. Or, sur les 11 cas relevés, une enquête minutieuse me montra qu'il y avait en réalité :

5 cas ayant débuté avant l'admission dans les Postes, dont 2 chez des sujets réformés pour tuberculose et néanmoins admis dans l'administration ;

2 cas qui s'étaient manifestés chez des facteurs partis sains à la guerre, mais réformés pour tuberculose après 2 ans et 18 mois de front ;

2 cas qui étaient dûs à une contagion conjugale évidente ;

2 cas apparus avant l'arrivée dans le local en question ;

1 seul cas de cause indéterminée.

D'ailleurs la tuberculose est-elle véritablement plus fréquente chez les postiers que dans d'autres professions un peu similaires ? Si vous comparez, par exemple, des sujets placés dans des conditions identiques et même meilleures que les commis et les dames-employées, je veux parler des instituteurs et des institutrices de Paris et de la Seine, des statistiques faites par des médecins très avertis, le d^r Méry et le d^r Huleux, il ressort qu'il existe chez eux 4 % de tuberculeux d'après l'une de ces statistiques et 5 % d'après la seconde, c'est-à-dire plus que chez les postiers.

Donc, en définitive, tout concourt à montrer que, si dans les P.T.T. la tuberculose peut théoriquement se propager par contamination pendant la présence des agents ou des ouvriers au cours de leur travail, en réalité rien jusqu'ici ne l'a prouvé. Cette question, du reste, a perdu de son intérêt depuis que la loi sur les congés de longue durée pour tuberculose ouverte a permis d'éliminer les contagieux.

b) Mais alors s'il n'y a pas contamination, me direz-vous, les *mauvaises conditions du travail, spécialement les locaux insalubres*

ne peuvent-ils pas être considérés comme responsables de l'écllosion de tuberculoses latentes et que rien ne révélait à l'entrée dans l'administration ? Cette façon de considérer la question est un peu simpliste. Convenez d'abord que depuis 20 ans un effort certain a été fait pour améliorer les locaux et reconnaissez loyalement qu'en vérité, à Paris, les salles du central télégraphique, les salles des multiples des bureaux téléphoniques, d'assez nombreux bureaux de poste, les ateliers du boulevard Brune sont propres et bien tenus : et pourtant, la tuberculose ne semble pas avoir diminué à Paris avec l'amélioration de certaines des conditions du travail. L'insalubrité des locaux ne peut être considérée que comme une des multiples causes favorisant le réveil ou l'évolution de la tuberculose, mais rien de plus.

D'ailleurs, si vous voulez bien admettre que, sur 365 jours, vous avez au moins 21 jours de congé d'affaires ou de permission d'absence, que vous avez une cinquantaine de jours de repos hebdomadaire, de sorte que vous ne dépassiez pas 295 jours de travail effectif par an ; si vous voulez bien convenir que chaque jour vous avez en moyenne 7 à 8 heures au maximum de travail, par un calcul simple il est facile de voir que vous n'êtes présents dans vos bureaux, dans vos ateliers, dans vos wagons-poste que le tiers ou même le quart de votre vie. Combien d'autres causes favorisantes, étrangères à l'administration, interviennent pendant les $\frac{2}{3}$ ou les $\frac{3}{4}$ restants de votre existence !

Enfin considérez une des catégories du personnel qui fournit une des plus fortes proportions de tuberculeux, celle des facteurs : ce sont précisément ceux-ci qui ont le moins d'heures de présence dans les locaux administratifs.

c) Si donc, pour nous, médecins, la tuberculose postale dite professionnelle n'existe pas, il est cependant quelques cas tout à fait exceptionnels où une tuberculose doit être considérée et est considérée avec juste raison comme un accident de service ou de travail. En voici quelques exemples :

Un chargeur en gare, jusque là très bien portant, reçoit un sac de dépêches de 50 kilos ; il fait une chute sur le bord du wagon et une fracture de côte. Le lendemain, hémoptysie ; dans les semaines

qui suivent, tuberculose évolutive du poumon correspondant au niveau du siège de la fracture. Le rapport de cause à effet n'est ici pas douteux.

Autre exemple : Un courrier convoyeur, pendant la guerre, est obligé, sous une pluie battante, de transporter de nombreux sacs de dépêches d'un fourgon dans un autre. Impossibilité d'attendre une accalmie en raison de l'heure de départ du train, et impossibilité ensuite de se sécher et de se réchauffer en raison de la proximité du front. Il repart tout mouillé dans son wagon. Pneumonie le lendemain, à laquelle fait suite une tuberculose évolutive. Ici encore, aucune discussion sur le rapport de cause à effet.

Troisième exemple : Des ouvriers placent des fils dans une canalisation sur une voie en pente. Un gros orage se produit. Les ouvriers se mettent à l'abri. Cependant, l'eau menaçant d'envahir la canalisation et de noyer les câbles, un ouvrier est obligé de rester sous la pluie pour boucher l'orifice d'entrée. Ensuite, mouillé, il lui est impossible de se sécher jusqu'au soir. Dans la nuit, début d'une pneumonie, qui ne cède pas dans les 7 ou 9 jours classiques. Des bacilles de Koch sont découverts dans l'expectoration au bout de quelques semaines. Evolution fatale en 6 mois. L'accident de travail est ici encore évident.

Dans ces trois cas, un *traumatisme* ou l'*action des intempéries* ont réveillé une tuberculose qui aurait pu rester latente ou fruste indéfiniment sans une cause occasionnelle nettement déterminée, très précise, mais tuberculose qui a évolué comme si elle avait été créée de toutes pièces par l'accident. C'est seulement pour des cas semblables, et quel que soit l'état antérieur du sujet, que l'on peut prononcer l'expression non pas de tuberculose professionnelle mais de *tuberculose traumatique*, et consécutivement mettre en juste cause la responsabilité du service ou du travail.

* * *

Toutes les considérations étiologiques que je viens de vous exposer étaient indispensables pour comprendre les bases sur les-

quelles il importe d'envisager la lutte contre la tuberculose dans les P.T.T. Cette lutte doit être entreprise :

- 1° avant l'admission dans les cadres ;
- 2° après l'admission dans les P.T.T. ;
- 3° une fois le sujet frappé de tuberculose.

I. *Avant l'admission dans les cadres*, il n'y a pas de meilleure prophylaxie qu'une *sélection médicale sévère*. Ni tuberculeux, ni suspects de tuberculose, et pas de sentimentalité. A ce point de vue, les comités médicaux régionaux ont amélioré notablement, depuis la guerre, le recrutement de la majorité du personnel : il serait à souhaiter toutefois que nos comités médicaux du midi de la France fussent plus sévères qu'ils ne le sont et que les examens médicaux passés aux chefs-lieux des départements où n'existent pas de comité ne liassent moralement en aucune façon la décision de ces comités.

Les examens médicaux pratiqués systématiquement à l'âge de 16 ans chez les jeunes télégraphistes, ou au cas d'exemption du service militaire ou de réforme, ou au cas de demande de réintégration, permettent encore d'éliminer des sujets tarés physiquement.

Malheureusement, une *énorme lacune existe dans le recrutement* : je fais allusion aux nombreux emplois réservés aux anciens militaires victimes de la guerre et aux anciens militaires de carrière, qui passent seulement, pour être reconnus aptes à l'emploi sollicité, une visite médicale devant des commissions où prédomine l'élément militaire. Sur plus de 40.000 employés recrutés ainsi depuis 1916, il est entré de la sorte parmi vous d'assez nombreux tarés, parmi lesquels des tuberculeux. N'est-il pas exagéré de voir arriver dans vos cadres des tuberculeux semeurs de bacilles réformés avec 100 % d'invalidité ? Bien que la loi soit la loi, j'estime que tous les postiers devraient subir la même visite d'aptitude physique devant les mêmes comités médicaux : cette garantie s'accorderait avec votre intérêt à tous, ainsi qu'avec celui de l'administration et du trésor.

Une autre mesure salubre, c'est le *recrutement régional*. Chaque région de France, en effet, est certainement capable de

fournir, avec une bonne publicité, la plus grande partie de ses postiers, quitte à faire appel cependant, pour un certain quantum, aux autres régions, sous certaines conditions de fixité d'emploi. L'expérience de chaque jour ne montre que trop, du reste, l'influence néfaste de la transplantation de nombre d'employés, et particulièrement de jeunes filles, loin de leur pays d'origine et de leur milieu familial : l'isolement, l'ennui, de mauvaises conditions d'habitation et d'alimentation, la vie urbaine, l'obsession du retour au pays natal ont vite fait de créer une anémie et une débilitation organique des plus favorables à la maladie.

Enfin je serais très partisan que les candidats postiers à tous les emplois fissent *un stage d'une année* et qu'une nouvelle visite médicale eût lieu avant leur titularisation définitive. Cette mesure, déjà réclamée en 1913 par la Commission interministérielle dite Commission Klotz, serait excellente, car elle permettrait d'éliminer des sujets malades qui ont passé au travers d'un premier triage, triage souvent déjà trop éloigné de leur prise de fonctions, ainsi que des sujets assez nombreux chez lesquels un changement de milieu, d'habitudes et une nouvelle vie de travail révèlent pendant la première année une tuberculose jusque là ignorée.

II. *Après l'admission dans les cadres*, la prophylaxie est d'ordre administratif et d'ordre privé, ayant pour but de maintenir l'organisme en état de meilleure résistance et d'écarter une surinfection.

a) La première des *mesures administratives* est de donner au personnel les meilleures conditions de travail par la création de locaux spacieux, en façade, bien ventilés, bien éclairés, bien chauffés, de veiller ensuite au nettoyage et à la propreté constante de ces locaux. Je demande instamment aux receveurs de veiller à une bonne aération et de faire partout la chasse aux poussières, et je demande spécialement à l'administration de faciliter le plus possible les procédés de nettoyage par le vide, de généraliser le dépoussiérage mécanique des sacs à dépêches, de faire l'acquisition de tables à dépression atmosphérique pour les salles de tri des grands bureaux ou des bureaux ambulants, de procéder à la ventilation des locaux les plus insalubres par les moyens modernes de ventilation forcée et notamment par le système des aéro-filtres.

Et surtout, ne donnez pas au personnel une fausse sécurité par *des pratiques de désinfection purement illusoires* ; exigez de la propreté, des lavages avec des liquides antiseptiques ; faites entrer partout de la lumière, du soleil et de l'air, car ce sont là les meilleurs des désinfectants.

Si l'on considère globalement le nombre d'heures de travail par semaine exigées du personnel, on aurait mauvaise grâce à dire que ce personnel est surmené. Toutefois, j'estime qu'il y a quelques cas où le mot de *surmenage* peut paraître quelque peu justifié : je fais allusion à ces vacations trop longues, pourtant réclamées avec insistance par les intéressés pour ne se déplacer qu'une seule fois par jour. Il est hors de doute que, pour d'assez nombreuses dames notamment, des vacations de 6 heures consécutives aux multiples téléphoniques pendant les périodes chargées de la journée, ou des vacations de 7 heures aux chèques postaux, ou de 8 à 9 heures au central télégraphique, dépassent la résistance de l'organisme et créent une disposition à la maladie. Partout où cela est possible pour le service, les médecins ne peuvent que demander le système de deux vacations journalières, comme cela se fait presque toujours ailleurs avec nos habitudes nationales.

Mais, sans qu'il y ait donc surmenage administratif, ou s'il y a quelquefois surmenage purement volontaire (car il y a parfois aussi surmenage extra-administratif, du fait de travaux supplémentaires exécutés en dehors du service normal, ce dont l'administration ne saurait être tenue pour responsable, mais dont elle ressent néanmoins le contre-coup), tous les employés ont besoin de *repos* et de *congés suffisants* pour assurer une détente nécessaire et pour consolider la santé de ceux qui ont fléchi. A ce point de vue, il y a lieu d'encourager la création de maisons de repos ou de convalescence. Et, sans prendre parti ici sur la question brûlante de la durée globale de vos congés annuels, laissez-moi vous dire qu'il me paraîtrait juste que tous n'eussent pas un nombre identique de jours de congés d'affaires. Les lois physiologiques et la logique même exigent qu'un jeune télégraphiste en pleine période de croissance ait besoin d'un congé plus long qu'un adulte ; une dame téléphoniste a besoin de plus de repos qu'un facteur rural ; les employés

de Paris, plus que les employés de la province et de la campagne ; les individus plus âgés auraient droit à une cote spéciale d'ancienneté et d'usure.

b) Les *mesures prophylactiques d'ordre privé* sont encore plus importantes que les précédentes, et, parmi les facteurs économiques de la tuberculose, le logement et l'alimentation tiennent la première place, chez les postiers comme ailleurs.

Combien de postiers ou de dames-employées habitent en ville dans des *logements* insalubres, exigus, surpeuplés, dans des garnis ou des chambres d'hôtel, dans des loges de concierge obscures ou prenant jour sur des courettes, sans lumière naturelle, où le soleil ne pénètre jamais, sans aération véritable, humides et malpropres ! Vous jugez aisément quelle proie facile trouve, dans de telles conditions, le bacille de Koch chez les individus qui passent dans de tels logements la moitié ou plus de leur existence, et vous comprenez aussi dans un tel milieu la plus grande facilité de la contagion entre les occupants. C'est pourquoi le choix d'un logement doit passer au premier plan. Pas de rez-de-chaussée, pas d'habitation ne donnant que sur une courette ; recherche de la plus grande lumière, de pièces ensoleillées ; et ne pas craindre de monter aux étages supérieurs. L'administration a eu raison de créer en 1905 une maison de dames-employées à Paris, et l'un de vos groupements, le Soutien fraternel, fait un effort des plus louables en poussant activement à la construction de maisons particulières grâce à la loi Ribot. J'avoue que la crise actuelle du logement ne facilite guère les choses. Pourtant, ne serait-il pas possible, à Paris, de fonder une *Œuvre du logement* qui, dans chaque arrondissement, rechercherait dès maintenant et surtout plus tard des logements vacants, se mettrait en rapport avec des propriétaires ou des gérants d'immeubles, avec la Chambre syndicale des propriétaires, avec des constructeurs de logements à prix modérés ou de maisons ouvrières ? Elle retiendrait des logements en vue surtout de vos collègues qui arrivent dans la capitale, ou de ceux qui seraient mal logés, et cela moyennant une légère rétribution. Je le crois fermement ; et cette solution serait bien préférable et beaucoup moins onéreuse que la construction d'immeubles exclusivement réservés au personnel des P.T.T..

Une mauvaise *alimentation* habituelle est une des causes les plus actives de la tuberculose, qu'elle tienne soit à sa qualité, au mauvais choix des aliments, soit à sa quantité, à une alimentation insuffisante, les deux se trouvant trop souvent réunies. La guerre a fourni à ce sujet un champ d'observation énorme et probant, puisque la sous-alimentation a fait doubler les cas de tuberculose en Allemagne, en Autriche et dans nos régions envahies. C'est pourquoi la création de cantines bien tenues, surveillées et à prix modérés est à encourager. Mais ce qu'il faudrait par-dessus tout, ce serait de donner au personnel féminin, spécialement aux jeunes dames-employées vivant isolées, une bonne *éducation économique et ménagère* pour leur apprendre comment il faut équilibrer son budget, comment il faut se nourrir rationnellement et à meilleur compte, et qu'il ne suffit pas à Paris de dîner avec un petit pain et de la charcuterie. ●

Enfin je ne puis passer sous silence un facteur social indirect de tuberculose ; je veux parler de *l'alcoolisme*, trop fréquent chez certaines catégories du personnel. « L'alcool fait le lit de la tuberculose », a dit Landouzy ; « La tuberculose se prend sur le zinc », a dit Hayem : ces aphorismes sont exagérés, car les vaches se tuberculisent très facilement, bien que soustraites à l'influence de l'alcool, comme je l'ai fait remarquer avec mon maître Mosny. Il n'en est pas moins évident que l'alcoolisme provoque une débilitation de l'organisme et une diminution de la résistance individuelle à la maladie, en même temps qu'il amène des troubles digestifs et de l'inappétence, sans oublier qu'il est aussi un agent de dégradation morale et de misère. Aussi les cantines postales doivent-elles être bien surveillées, ouvertes seulement à certaines heures, situées au dernier étage des immeubles et, d'autre part, des sanctions administratives sévères doivent-elles être appliquées aux agents en état d'ébriété dans le service.

III. *Quoi qu'il en soit, la tuberculose vient à se déclarer : comment la combattre ?* 1^o La condition première et essentielle est le *dépistage* précoce, car la guérison repose avant tout sur un diagnostic fait dès le début des lésions. Nous sommes armés pour cela, grâce à nos médecins et à nos chirurgiens de circonscription, à nos

radiologistes, à notre laboratoire, à notre médecin-inspecteur des locaux, à nos comités médicaux régionaux, aux commissions départementales de la tuberculose. Nous y sommes aidés par les propres médecins des intéressés, par les dispensaires d'hygiène sociale, par les consultations des hôpitaux. Nul doute que le futur dispensaire créé à Paris par l'Amicale des P.T.T. ne nous apporte encore prochainement une aide nouvelle et très précieuse.

2° La tuberculose dépistée, *il faut donner aux malades la possibilité de se soigner*. Actuellement, deux cas se présentent :

a) *Si la tuberculose est fermée*, la loi permet d'accorder des congés pendant six mois, dont trois mois avec solde entière et trois mois avec demi-solde. De plus, les comités médicaux proposent, pour la plupart des tuberculeux qui les sollicitent, des dérogations de résidence pour leur envoi à la campagne, de préférence dans leur région d'origine. Malheureusement, d'une part, le nombre de ces dérogations étant limité par d'autres dérogations d'ordre administratif, et, d'autre part, les régions du midi et du sud-ouest fournissant le plus grand nombre de postiers, de nombreux sujets malades ne peuvent bénéficier de ces dérogations ou trop tardivement, ce qui est tout à fait néfaste pour leur santé et pour leur avenir.

b) *Si la tuberculose est ouverte*, c'est-à-dire si les tuberculeux émettent au dehors des bacilles, soit par leurs expectorations, soit par une suppuration, soit par l'intestin, soit par les urines, la loi du 30 juin 1923 permet la concession de congés de longue durée, renouvelables tous les six mois avec solde entière pendant 3 ans et demi-solde pendant encore 2 autres années ; de plus, sous certaines conditions, les agents malades peuvent bénéficier de l'indemnité de résidence et d'indemnités pour charges de famille pendant toute la durée de leur congé. La loi du 30 juin 1923 a été une loi particulièrement heureuse pour les postiers, et je m'honore d'y avoir poussé dans ma modeste sphère.

Pourtant, cette loi a un caractère *restrictif*, en ce sens qu'elle ne concerne que les *seules* tuberculoses ouvertes : le législateur n'a eu en vue que la possibilité d'éviter la contagion pour les éléments sains, et les possibilités budgétaires du moment ne permettaient

pas alors de faire davantage. Aujourd'hui, le moment me semble arrivé de faire plus. Outre que l'expression « tuberculose ouverte » est sujette à critique, que nous savons que l'élimination des bacilles est fréquemment intermittente au début, c'est un véritable non-sens que de ne pas essayer de soigner une maladie dès qu'elle est diagnostiquée, c'est-à-dire alors qu'elle est curable. Cette expression de « tuberculose ouverte » doit être remplacée, dans une loi nouvelle ou par un amendement à la loi du 30 juin 1923, par le mot « tuberculose » *tout court*, et sans restriction. Qu'une tuberculose soit ouverte ou non, contagieuse ou non, qu'elle soit médicale ou chirurgicale, peu m'importe : tout tuberculeux doit avoir la facilité de se soigner, le plus tôt possible, sans attendre que ses lésions soient devenues irrémédiables, et de pouvoir obtenir un congé payé de longue durée. Ainsi seront traités comme il convient les hémoptoïques, les pleurétiques, les tuberculeux osseux et articulaires non encore abcédés, les ganglionnaires, etc... Si les groupements professionnels veulent bien s'atteler à cette tâche, le parlement ne refusera pas, j'en ai la conviction, les quelques millions nécessaires à cette mesure d'humanité et d'une si grande portée sociale. Et il serait logique qu'en retour des avantages concédés, la loi eût un caractère d'*obligation* quant aux soins, et qu'un *contrôle* effectif administratif et médical fût exercé sur les sujets bénéficiaires de ces congés. N'est-il pas scandaleux, en effet, le cas de cet employé qui, en congé pour tuberculose ouverte, a pu être réembauché en Normandie comme courrier auxiliaire dans le service ambulancier ? N'est-il pas scandaleux qu'une dame-employée, également en congé pour tuberculose ouverte, ait pu être utilisée dans un département du centre comme institutrice intérimaire ?

3^e Voici des postiers tuberculeux et en congé : *où les soigner ?* Jusqu'à présent, les soins ne peuvent être donnés à peu près que dans la famille, quelquefois très bien, dans la grande majorité des cas mal ou très mal, avec en plus tous les dangers de contagion pour l'entourage. Aussi, imitant les instituteurs, les cheminots, le clergé, les étudiants, les postiers veulent-ils maintenant avoir à leur tour *leurs propres sanatoriums* pour pouvoir mettre en œuvre

la seule thérapeutique efficace : cure d'air, cure de repos, et suralimentation raisonnée.

Permettez-moi de vous donner quelques conseils pour ne pas recommencer la triste expérience du sanatorium de Taxil. Commencez d'abord par des sanatoriums de plaine ; plus tard, vous penserez à un sanatorium marin pour les tuberculeux ostéo-articulaires et ganglionnaires.

La première condition de succès est une forte *discipline* : tant vaut l'autorité et la compétence du médecin, tant vaut le sanatorium.

La deuxième condition est la *sélection* rigoureuse des malades, un triage sévère à l'entrée, car il ne faut envoyer au sanatorium que les tuberculeux curables ou susceptibles d'amélioration. Le jour où vous admettrez, par ignorance ou par pitié, des malades mal choisis, vous commettrez une triple faute financière, morale et médicale : pour guérir, les malades ont besoin d'avoir la confiance et de voir guérir autour d'eux.

La troisième condition est de combattre au sanatorium le *désœuvrement*, l'*ennui*, cette plaie des sanatoriums, et le *goût de l'oisiveté* : c'est une affaire de direction.

Le sanatorium est avant tout un *établissement de cure* ; mais encore faut-il que cette cure soit prolongée, parfois des années, ne l'oubliez pas, pour obtenir des résultats durables. Mais c'est aussi une *école d'éducation anti-tuberculeuse* : un certain nombre de sujets n'y viendront passer que quelques mois pour y apprendre la discipline et les soins nécessaires qu'ils pourront continuer dans leur famille.

Ainsi conçu et réalisé, le sanatorium portera des fruits et la collectivité bénéficiera des sacrifices consentis.

Quant aux tuberculeux *aigus ou gravement atteints*, s'ils ne peuvent se soigner dans leur famille, il faudra les diriger sur des hôpitaux urbains ou sur des hôpitaux-sanatoriums.

Messieurs, quand la tuberculose vient à frapper l'un des conjoints, la tâche n'est pas terminée quand l'on s'est occupé du malade : il faut penser à la *famille* et spécialement aux *enfants*. C'est alors que des *infirmières-visiteuses* bien choisies pourront faire des enquêtes à domicile, conseiller les mesures d'hygiène préventives et provoquer l'examen médical des autres membres de la

famille. En particulier, leur attention se portera sur les enfants ; et je souhaite qu'une entente à cet égard puisse être faite rapidement entre les P.T.T. et les diverses œuvres spécialisées de protection de l'enfance : *l'Œuvre du placement familial des tout-petits*, *l'Œuvre de Grancher*, *les préventoriums*. Je demande aux dirigeants de vos orphelinats de réserver un accueil particulièrement bienveillant aux enfants de leurs collègues morts de tuberculose.

* * *

Tel est le plan d'armement antituberculeux que j'ai voulu vous indiquer. Pour le réaliser, quatre conditions sont essentielles :

1^o Il faut *des médecins* compétents et dévoués : l'administration les a ;

2^o Il faut faire *l'éducation hygiénique* du personnel, des malades et du public : cela demandera du temps, car il faut commencer dès l'école ;

3^o Il faut *de l'argent*, beaucoup d'argent : c'est possible ;

4^o Il faut par dessus tout *une direction*, et M. le sénateur Pasquet, qui fut l'un des vôtres, a pu dire récemment avec raison à ce sujet que le chef de votre administration doit avoir « une âme d'apôtre ». Je vous donne l'assurance que vous pouvez compter sur le concours entier du ministre et du secrétaire général.

Messieurs, une commission de la tuberculose est en gestation depuis plus d'un an dans les bureaux de l'administration : des signes prémonitoires me permettent de penser que sa naissance ne saurait tarder. J'en ignore la composition, comme j'ignore quelles seront ses suggestions. Si je suis désigné pour en faire partie, je lui soumettrai les idées que je viens de vous exposer. En attendant, il faut agir. Or, nulle part plus que dans le personnel des P.T.T., il n'existe autant de bonnes volontés. La bienveillante attention que vous m'avez prêtée m'assure que vous avez compris toute l'importance de la lutte anti-tuberculeuse dans la grande famille postale. Cette lutte sera longue ; mais la victoire est certaine si l'Etat, l'administration et les groupements professionnels unissent leurs efforts.

LES ONDES ÉLECTROMOTRICES,

**Théorie de la propagation des courants alternatifs
le long des nappes de fils,**

par L. AGUILLON,
ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.

REMARQUES PRÉLIMINAIRES.

Les questions de transmission sur les lignes à multiples conducteurs ont fait l'objet déjà de publications diverses, par exemple dans les compte-rendus du C.C.I.. Il faut citer surtout une théorie générale de M. Pleijel, parue dans la *Revue Ericsson* d'octobre-décembre 1927.

Le présent traité repose sur l'emploi systématique de la notion généralisée d'onde électromotrice, aussi bien pour la résolution pratique des problèmes usuels que pour l'exposé de la théorie générale. Par le secours permanent de cet élément physique simple, on peut éviter des calculs très complexes, sans artifice savant et sans recourir à des approximations illusoire qui consisteraient à négliger *a priori*, suivant les cas, tantôt l'influence des coefficients transversaux, tantôt celle des longitudinaux.

Le circuit bifilaire et les nappes de fils. — Les formules de la théorie usuelle des transmissions à courants alternatifs s'appliquent à une ligne formée de deux conducteurs parallèles éloignés de tous les autres. Dès qu'apparaissent des conducteurs étrangers au couple, elles cessent d'être valables. On ne peut plus traiter les deux conducteurs séparément des autres, puisqu'ils leur sont liés par les inductances et admittances mutuelles. L'ensemble de la ligne jouit alors de propriétés propres de propagation, qu'il faut déterminer par une loi plus générale.

Ainsi une couple de fils aériens parallèles entre eux et parallèles au sol, mais à des hauteurs différentes, n'obéit plus aux lois du circuit simple ; il dépend, non plus d'un coefficient de propagation a et d'une impédance Z , mais de deux systèmes aZ . De même, si, dans un quadrifilaire en carré, on utilisait le couple formé non pas par deux fils en diagonale, mais par deux fils contigus.

Points principaux de cette étude. — En premier lieu, il faut établir les lois générales de la propagation. On suppose p fils en présence, 1, 2, ..., p , électriquement solidaires par leurs inductances et admittances mutuelles et raccordés aux deux bouts à deux réseaux quelconques d'appareils et de sources de même fréquence. On fait intervenir également l'action du sol ou d'un écran conducteur équivalent. Ce sera le conducteur $p + 1$.

Les grandeurs électriques des propriétés longitudinales ou transversales sont supposées uniformes, qu'il y ait ou non parallélisme géométrique des conducteurs, c'est-à-dire que les valeurs moyennes sur des sections assez courtes se conservent malgré les transpositions de fils, rotations de faisceaux, etc...

Il s'établit un régime stationnaire particulier d'intensités et de potentiels en chaque point de la nappe, ou plutôt d'ondes électromotrices, combinaisons linéaires de ces éléments dynamiques d'ordre secondaire. Ces ondes représentent de la façon la plus directe l'énergie transmise.

La première partie de l'étude comprend deux chapitres. Le premier est consacré à un calcul complet de la transmission, où les ondes électromotrices sont au premier plan. Une fois les lois générales établies, on peut aisément, par une méthode inductive, expliquer le mécanisme tout entier de la propagation : c'est l'objet du second chapitre.

Dans une deuxième partie, on établira les conditions d'indépendance des transmissions simultanées sur une nappe quelconque et les propriétés caractéristiques des faisceaux équilibrés dans la nappe, en vue des applications aux problèmes usuels (lignes téléphoniques, lignes d'énergie).

La suite naturelle de ce traité serait l'application de la méthode à l'étude des effets de déséquilibre dans les faisceaux. La diaphonie dans les lignes de télécommunication, l'énergie parasite provenant des lignes voisines, s'expriment en effet directement par les ondes naissantes de déséquilibre dans la nappe englobant les faisceaux intéressés. Ces ondes, la théorie générale nous aura appris à les calculer, et la détermination, ensuite, des effets dans les appareils en découle sans difficulté.

PREMIÈRE PARTIE.

GÉNÉRALISATION DE LA NOTION D'ONDE ÉLECTROMOTRICE ET MÉCANISME DE LA PROPAGATION.

CHAPITRE I^{er}.

GÉNÉRALISATION DE LA NOTION D'ONDE ÉLECTROMOTRICE.

1^o **Résumé d'une théorie élémentaire du circuit bifilaire isolé.** — On définit les caractéristiques élémentaires du circuit :

impédance longitudinale : $z = R + jL\omega$,

admittance transversale : $g = S + jC\omega$,

puis les caractéristiques composées :

coefficient de propagation : $a = \sqrt{zg}$,

avec $a = \beta + j\alpha$, β coefficient d'affaiblissement et α coefficient de longueur d'onde,

impédance caractéristique : $Z = \frac{z}{g}$.

On prend un sens positif pour compter les intensités et les différences de potentiel. Soient U la différence de potentiel $u_1 - u_2$ entre les deux fils, et I l'intensité sur le fil d'aller en un point quelconque M situé à la distance x de l'origine. Au point voisin M' situé à la distance $x + dx$, le U et le I deviennent $U + dU$ et $I + dI$, et l'on a :

$$\begin{cases} -dU = I \cdot z \, dx, \\ -dI = U \cdot g \, dx, \end{cases}$$

d'où l'on tire :

$$\begin{cases} -d(U + IZ) = a(U + IZ).dx, \\ +d(U - IZ) = a(U - IZ).dx. \end{cases}$$

On fait ainsi apparaître les deux expressions de l'onde électromotrice :

celle de l'onde directe, ou onde d'aller : $V = U + IZ$,

celle de l'onde inverse, ou onde de retour : $V' = U - IZ$.

Les relations différentielles définissant les propriétés de l'onde électromotrice en fonction de la distance x à l'origine se confondent avec celles du vecteur spirale logarithmique, et l'on a :

à l'aller : $V = V_0 \cdot e^{-ax}$,

au retour : $V' = V'_0 \cdot e^{+ax}$.

L'onde V est la résultante des composantes stationnaires créées successivement aux passages d'aller d'une même onde initiale v_0 émise et entretenue à l'entrée de la ligne. L'onde V' est la résultante des composantes créées aux passages de retour de cette même onde initiale.

On a d'ailleurs :

$$v_0 = E_0 e_0$$

(E_0 force électromotrice, et e_0 coefficient d'émission). L'effet de la propagation de v_0 dans le premier tour complet avec réflexion en A puis en O fait naître en O l'onde nouvelle $v_0 R$, avec

$$R = P^2 \cdot m_A \cdot m_0$$

(P facteur de propagation $= e^{-a\ell}$,

m_A et m_0 coefficients de réflexion en A et en O, qui sont fonctions, comme e_0 , de Z et de l'impédance de l'appareil émetteur ou réflecteur).

Finalement on a :

$$V_0 = v_0 + v_0 R + v_0 R^2 + \dots = \frac{v_0}{1 - R} = \frac{E_0 \cdot e_0}{1 - R},$$

$$V'_0 = V_0 \cdot \frac{R}{m_0 P^2}.$$

De même, on peut exprimer les effets de réfraction aux points de discontinuité de la ligne.

Ainsi on a remplacé les deux éléments U et IZ , qui représentent le champ électrostatique et le champ magnétique, par un seul, leur résultante V , qui représente le champ électromagnétique. L'avantage de ce choix est évident. Le vecteur V suit des lois de réflexion et réfraction simples : U et IZ se confondent bien avec $\frac{1}{2}V$ tant que la première onde v_0 est seule, et c'est le cas d'une ligne très longue. Mais, dès que v_0 s'accroît par réflexion d'une nouvelle composante et devient v , les deux éléments U et IZ n'obéissent plus à la loi exponentielle en fonction de la distance à l'origine, tandis que v conserve sa propriété simple, comme dans la propagation par rayonnement.

2° Les ondes électromotrices d'une nappe de fils. — Soit une nappe uniforme OA de n fils, numérotés 1, 2, 3..., n , en présence du sol numéroté 0. Le sol sera, en principe, représenté soit par une bande conductrice parallèle à la nappe dans le cas d'une ligne aérienne, soit par un écran conducteur cylindrique servant d'enveloppe aux fils dans le cas d'une ligne en câble.

Considérons un régime stationnaire de pulsation ω . On suppose choisi un sens positif pour les intensités et différences de potentiel de 0 vers A. Soient

$I_1, I_2, \dots, I_\mu, I_0$, les intensités,

$u_1, u_2, \dots, u_\mu, u_0$, les potentiels, sur les fils et le sol dans le plan transversal M à la distance x de l'origine.

Définissons, d'autre part, les inductances longitudinales et admittances transversales relatives à un fil quelconque, 1 par exemple, par unité de longueur :

$$\left. \begin{aligned} m_{11} &= r_{11} + j \cdot l_{11} \cdot \omega, \\ m_{12} &= j \cdot l_{12} \cdot \omega, \\ \dots\dots\dots \\ m_{10} &= j \cdot l_{10} \cdot \omega, \end{aligned} \quad \begin{aligned} g_{12} &= s_{12} + j \cdot c_{12} \cdot \omega, \\ \dots\dots\dots \\ g_{10} &= s_{10} + j \cdot c_{10} \cdot \omega, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

r_{11} étant la résistance propre du fil 1 en présence des autres et du sol, l_{11} sa self apparente, l_{12} son coefficient de mutuelle induction apparente par rapport au fil 2, s_{12} et c_{12} la perte d'isolement et la capacité par rapport au fil 2, etc...

Les équations de Kirchhoff généralisées, appliquées aux dérivations transversales de courant à travers le tronçon dx du fil 1 dans la tranche de nappe correspondante, peuvent s'écrire :

$$-\frac{dI_1}{du} = g_{11}(u_1 - u_0) + \dots + g_{1p}(u_1 - u_p) + g_{10}(u_1 - u_0),$$

ou, si l'on pose

$$g_{11} = -g_{12} - g_{13} \dots - g_{10},$$

c'est-à-dire

$$s_{11} = -(s_{12} + s_{13} + \dots + s_{10}), \quad c_{11} = -(c_{12} + c_{13} + \dots + c_{10}),$$

l'équation devient :

$$-\frac{dI_1}{dx} = -g_{11}U_1 - g_{12}U_2 - \dots - g_{1p}U_p, \quad (2)$$

en ne considérant plus désormais les potentiels absolus des fils (lettres minuscules) mais les tensions (lettres majuscules) par rapport au conducteur sol :

$$U_1 = u_1 - u_0,$$

$$U_2 = u_2 - u_0,$$

$$U_p = u_p - u_0,$$

De même, la loi d'Ohm généralisée, appliquée à la chute élémentaire de potentiel le long du fil 1, puis du conducteur 0, s'exprime par les relations :

$$-\frac{dU_1}{dx} = m_{11}I_1 + m_{12}I_2 + \dots + m_{10}I_0,$$

$$-\frac{dU_0}{dx} = m_{01}I_1 + m_{02}I_2 + \dots + m_{00}I_0.$$

Si l'on tient compte de :

$$I_1 + I_2 + \dots + I_0 = 0,$$

et si l'on pose

$$\begin{aligned} n_{11} &= m_{11} + m_{00} - 2m_{01}, \\ n_{12} &= m_{12} + m_{00} - m_{01} - m_{02}, \end{aligned} \quad (3)$$

on a, en retranchant membre à membre les relations en $\frac{du_1}{dx}$ et $\frac{du_0}{dx}$:

$$-\frac{dU_1}{dx} = n_{11}I_1 + n_{12}I_2 + \dots + n_{1p}I_p. \quad (4)$$

Finalement, les équations de la transmission au point x , sur une tranche dx de la nappe, sont les suivantes :

$$\left. \begin{aligned} -\frac{dI_1}{dx} &= -g_{11} U_1 - g_{12} U_2 \dots - g_{1p} U_p, \\ -\frac{dI_2}{dx} &= -g_{21} U_1 - g_{22} U_2 \dots - g_{2p} U_p, \\ &\dots\dots\dots \\ -\frac{dU_1}{dx} &= +n_{11} I_1 + n_{12} I_2 + \dots + n_{1p} I_p, \\ -\frac{dU_2}{dx} &= +n_{21} I_1 + n_{22} I_2 + \dots + n_{2p} I_p, \\ &\dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Cas particulier des lignes courtes. — Le problème de la transmission est résolu, si l'on suppose la nappe OA suffisamment courte.

Dans ce cas, en effet, on peut, dans les seconds membres, donner aux tensions et intensités les valeurs correspondantes à un point quelconque de l'intervalle OA, par exemple au point origine. La longueur de l'intervalle OA étant alors désignée par l et non plus dx , on écrira :

$$\left. \begin{aligned} I_1^0 - I_1^A &= -l(g_{11} U_1^0 + g_{12} U_2^0 + \dots), \\ I_2^0 - I_2^A &= -l(g_{21} U_1^0 + g_{22} U_2^0 + \dots), \\ &\dots\dots\dots \\ U_1^0 - U_1^A &= l(n_{11} I_1^0 + n_{12} I_2^0 + \dots), \\ U_2^0 - U_2^A &= l(n_{21} I_1^0 + n_{22} I_2^0 + \dots). \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Cas général : lignes de longueur quelconque. — Au moyen des relations (5) et de paramètres provisoirement arbitraires,

$$.l_1, .l_2, \dots .l_p, \mu_1, \mu_2, \dots \mu_p,$$

on fait aisément apparaître la combinaison linéaire qui exprime l'onde cherchée :

$$\begin{aligned} -\frac{d}{dx} \{ .l_1 U_1 + .l_2 U_2 + \dots + \mu_1 I_1 + \mu_2 I_2 + \dots \} = \\ - \{ [.l_1 n_{11} + .l_2 n_{21} + \dots] I_1 + [.l_1 n_{12} + \dots] I_2 + \dots \} \\ - \{ [\mu_1 g_{11} + \dots] U_1 - [\mu_1 g_{21} + \dots] U_2 \dots \}. \end{aligned}$$

La fonction :

$$V = \sum (.lU + \mu I)$$

présentera le caractère de l'onde électromotrice du circuit bifilaire, c'est-à-dire qu'on aura :

$$V_x = V_0 \cdot e^{-ax},$$

si l'on a :

$$-\frac{dV}{dx} = aV,$$

c'est-à-dire si les λ et les μ peuvent satisfaire aux relations :

$$\left. \begin{aligned} a\mu_1 &= \lambda_1 n_{11} + \lambda_2 n_{12} + \dots, & a\lambda_1 &= -\mu_1 g_{11} - \mu_2 g_{12} - \dots, \\ a\mu_2 &= \lambda_1 n_{21} + \lambda_2 n_{22} + \dots, & a\lambda_2 &= -\mu_1 g_{21} - \mu_2 g_{22} - \dots, \\ & \dots\dots\dots & & \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} (7)$$

Or, par l'élimination des μ , on obtient les relations nouvelles en λ :

$$\left. \begin{aligned} 0 &= \lambda_1 [a^2 + n_{11} g_{11} + \dots] + \lambda_2 [n_{21} g_{11} + \dots] + \dots, \\ 0 &= \lambda_1 [n_{11} g_{21} + \dots] + \lambda_2 [a^2 + n_{21} g_{21} + \dots] + \dots, \\ & \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} (8)$$

Pour que les solutions en λ ne soient pas toutes nulles, il faut que a^2 satisfasse à la condition :

$$0 = \begin{vmatrix} a^2 + n_{11} g_{11} + \dots & n_{21} g_{11} + \dots & \dots \\ n_{11} g_{21} + \dots & a^2 + n_{21} g_{21} + \dots & \dots \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots \end{vmatrix} \quad (9)$$

Il est facile de voir qu'avec les mêmes λ et μ , si l'on avait pris la combinaison $V' = \sum (\lambda U - \mu I)$, on aurait été conduit à la condition $\frac{dV'}{dx} = aV'$, c'est-à-dire aux mêmes valeurs des λ , μ , a^2 . Chaque fonction V s'accompagne donc d'une fonction V' où les I sont simplement changés de sens et le a est changé de signe, c'est-à-dire qu'à l'onde V correspondra l'onde inverse V' . Ainsi, à chaque racine a^2 de l'équation (9) correspond un système de valeurs λ et μ définissant une fonction V et une fonction V' .

L'équation (9) est de degré p en a^2 . Il y a donc p ondes électromotrices.

Lois de la propagation. — Les résultats qui précèdent peuvent donc s'énoncer ainsi : *Le long d'une nappe uniforme de $p + 1$ conducteurs, y compris le sol ou un écran conducteur cylindrique équivalent, à chaque pulsation entretenue à une extrémité correspondent p ondes électromotrices stationnaires de forme indépendante des réseaux*

d'appareils extrêmes. Chacune d'elles est définie par un coefficient de propagation propre a et par ses coefficients $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \mu_1, \mu_2, \dots$, que nous appellerons coefficients caractéristiques d'impédances par analogie avec le cas d'un couple de fils.

Pour abrégé, nous désignerons fréquemment chaque onde ou le système de coefficients caractéristiques par un simple indice. Nous dirons, par exemple, l'onde d'indice 1 de propagation.

Le coefficient de propagation a peut être défini comme d'ordinaire par ses composantes, coefficient d'affaiblissement β et coefficient de longueur d'onde α .

Chaque onde directe V est complétée, en un point quelconque de la nappe, par l'onde inverse V' , c'est-à-dire se propageant dans le sens opposé, avec le même module du coefficient a .

Quant aux tensions et intensités, qui jouent un rôle secondaire en ligne courante, elles s'expriment par des combinaisons linéaires des ondes sans signification physique simple en fonction de la distance.

3° Valeurs des ondes aux extrémités de la nappe et calcul complet de la transmission. — La transmission est caractérisée par les deux fonctions simples représentatives de chaque onde ; il suffit d'avoir les valeurs de ces fonctions à une extrémité, du côté de l'origine par exemple, et le problème de la transmission sera entièrement résolu, tout au moins en ce qui concerne le calcul terre à terre des intensités et potentiels, soit en un point quelconque de la nappe, soit aux extrémités.

Or, à l'origine, la nappe se raccorde par $p + 1$ bornes terminales à un réseau d'appareils et de sources pouvant comprendre en outre p' sommets intérieurs.

Distinguons, dans le réseau terminal complet, le réseau externe formé par les branches reliant entre elles les $p + 1$ bornes terminales, et le réseau interne formé par les branches reliant les p' bornes internes, soit les unes aux autres, soit aux bornes externes. Distinguons de la même façon les branches et leurs intensités en externes et en internes, les sommets et leurs tensions en externes et en internes.

thétiques d'émission, réflexion, etc..., en fonction des données générales de la nappe et de ses réseaux terminaux, et en même temps nous vérifierons que les valeurs obtenues sont bien indépendantes de la longueur de la nappe. Ainsi se trouveront démontrées les lois hypothétiques du mécanisme de la propagation.

1° Description du mécanisme. — *a) Emission.* — Comme dans le cas du bifilaire, il faut débarrasser la propagation de toute complication. On définira l'émission en supposant, par exemple, une seule source branchée au départ entre 1 et 2, soit E^0 , et en supposant la nappe infiniment longue, de façon à éliminer les réflexions. Il est aisé de voir que toutes les ondes inverses sont nulles et que les ondes directes sont proportionnelles à E^0 . Les ondes émises se confondent, dans ce cas, avec les ondes résultantes, et l'on peut dire encore qu'une source quelconque E^0 à l'extrémité origine fait naître une série d'ondes primaires $v_1, v_2, \dots, v_p$, de coefficients de propagation $a_1, a_2, \dots, a_p$, et proportionnelles à E^0 et à certains coefficients d'émission $e_1^0, e_2^0, \dots, e_p^0$, dépendant de la forme de la nappe et de la forme du réseau branché du côté d'émission. S'il y a plusieurs sources $E^0, E'^0, E''^0, \dots$, chaque onde primaire est une combinaison linéaire de ces forces électromotrices :

$$\begin{aligned} v_1^0 &= E^0 e_1^0 + E'^0 e_1'^0 + E''^0 e_1''^0 + \dots, \\ v_2^0 &= E^0 e_2^0 + E'^0 e_2'^0 + E''^0 e_2''^0 + \dots \end{aligned} \quad (14)$$

b) Réflexions. — Supposons d'abord une seule source du côté du départ, par exemple, soit E^0 , et un seul coefficient d'émission non nul, e_1^0 , celui de l'onde 1, dont la résultante finale sera V_1 . Au point origine, est donc née l'unique onde primaire v_1^0 . De v_1^0 en O, elle est devenue v_1^A en A, suivant la loi de propagation a_1 . En A, cette onde incidente fait naître, puisque les réseaux réflecteurs extrêmes sont quelconques, non pas seulement une onde réfléchie d'indice 1, mais n ondes, une de chaque indice, soit :

$$v_1^A, v_2^A, \dots, v_p^A.$$

Chacune de ces ondes réfléchies se propage de A vers O suivant sa propre loi, se réfléchit en O, créant à son tour p ondes réfléchies, etc... En O, il y avait une seule onde simple primaire. Il y

a p^2 ondes simples secondaires, dont p de chaque indice, p^3 ondes simples tertiaires, dont p^2 de chaque indice, etc...

Malgré cette double multiplicité, multiplicité limitée à p des indices de propagation, multiplicité illimitée des générations successives, il est facile d'évaluer les valeurs relatives des ondes d'une génération à l'autre :

Onde primaire :

indice 1, module 1 ;

Ondes secondaires totales :

$$\begin{aligned} \text{indice 1, module } R_{11} &= P_1 [P_1 m_{11}^A m_{11}^0 + P_2 m_{12}^A m_{21}^0 + \dots], \\ \text{indice 2, module } R_{12} &= P_1 [P_1 m_{11}^A m_{12}^0 + P_2 m_{12}^A m_{22}^0 + \dots]. \end{aligned} \quad (15)$$

De même, une onde initiale d'indice 2, de module 1, aurait fait naître des ondes secondaires totales $R_{21}, R_{22}, \dots$:

$$\begin{aligned} R_{21} &= P_2 [P_1 m_{21}^A m_{11}^0 + P_2 m_{22}^A m_{21}^0 + \dots], \\ &\dots\dots\dots \end{aligned} \quad (15')$$

Les P sont les facteurs de propagation relatifs à un simple parcours ; les m , les coefficients de réflexion d'un indice dans un autre.

Pour abrégér l'énumération des ondes partielles dont la composition aboutira aux résultantes générales $V_1^0, V_2^0, \dots V_p^0$, représentons maintenant toute cette généalogie par un diagramme (fig. 1), où les ondes totales, dans chaque génération, sont représentées par des vecteurs de longueurs égales à leur module et de directions fixes, à raison d'une direction par indice de propagation. Bien entendu, aucune composition géométrique de vecteurs ne saurait être effectuée sur ce diagramme même, puisque les directions sont conventionnelles et sans rapport avec les phases propres des vecteurs. D'ailleurs, cet arbre généalogique serait illisible si l'on voulait représenter les vecteurs successifs avec leurs phases propres, c'est-à-dire inscrits dans des spirales logarithmiques et non plus sur des lignes droites.

Alors, le long d'une branche rectiligne de reproduction 11, par exemple, les vecteurs successifs $1, R_{11}, R_{11}^2, R_{11}^3$ ont pour résultantes $\frac{1}{1 - R_{11}}$. D'autre part, pour tenir compte des ramifications latérales de la même branche, il suffit de multiplier la résultante

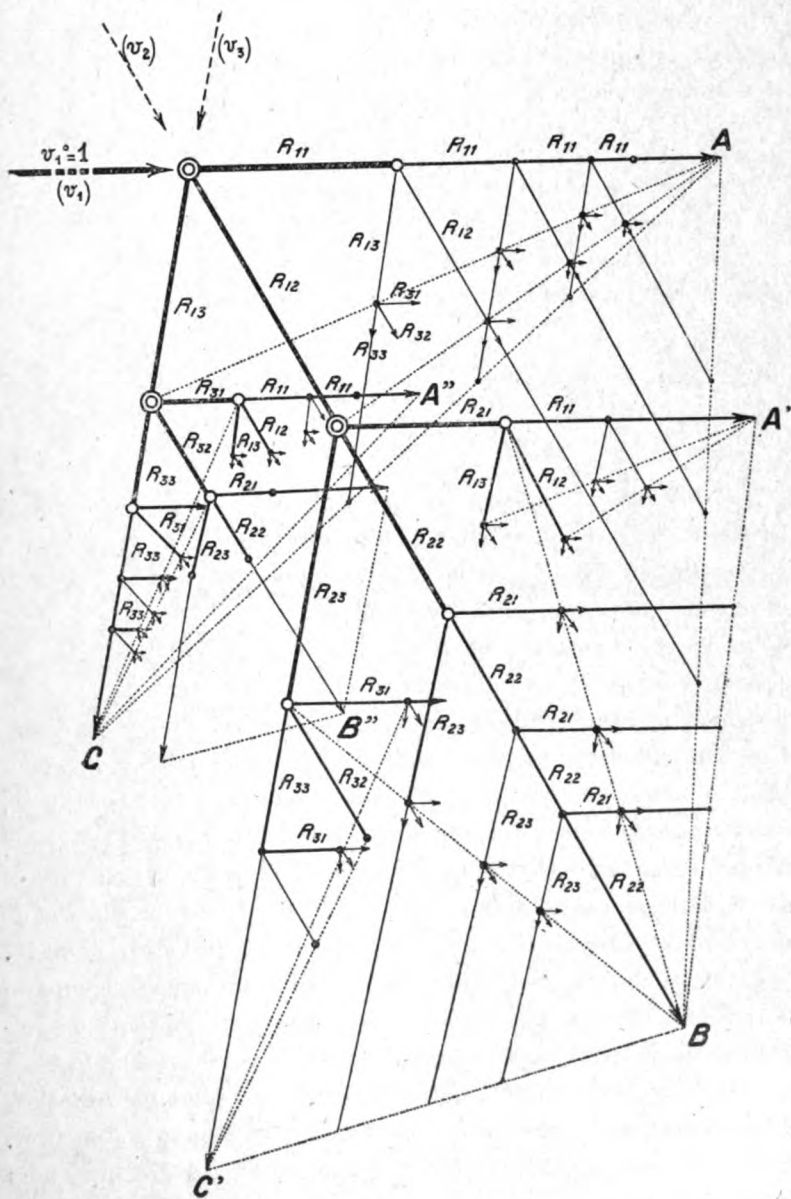


Fig. 1.

générale par un certain facteur de reproduction dans le sens latéral.

Nous trouvons finalement que, dans une nappe à p indices, 1, 2, 3, ..., l'onde totale d'indice 1, soit V_1^0 , s'exprime en fonction des ondes primaires par :

$$V_1^0 = v_1^0 S_{11} + v_2^0 S_{21} + \dots, \quad (16)$$

avec :

$$S_{11} = -\frac{D_{11}}{D}, \quad S_{21} = -\frac{D_{21}}{D}, \dots \quad (17)$$

D_{11} , D_{21} , ... étant les mineurs pris avec leur signe dans le développement par rapport aux éléments de la première ligne du déterminant D :

$$D = \begin{vmatrix} R_{11} - 1 & R_{12} & \dots & R_{1p} \\ R_{21} & R_{22} - 1 & \dots & R_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_{p1} & R_{p2} & \dots & R_{pp} - 1 \end{vmatrix}. \quad (17')$$

c) *Réfractions.* — Pour analyser le mécanisme des ondes successivement engendrées en un point de discontinuité d'une nappe, c'est-à-dire en un point où un tronçon se raccorde avec un tronçon de nature différente, on s'inspirerait du raisonnement qui vient d'être employé pour les réflexions :

dans la nappe P , les indices sont 1, 2, ... ;

dans la nappe P' , ce sont 1', 2', ...

Une onde incidente primaire dans P sur P' fait naître non seulement p ondes réfléchies dans P , mais p' ondes réfractées dans P' , qui se propageront avec leurs indices propres dans cette deuxième nappe ; etc... Pour déterminer les ondes résultantes, si l'on veut se servir de la représentation graphique, on emploiera deux plans de directions de propagation : l'un pour la nappe P , l'autre pour P' .

Nous n'aurons pas à faire usage des formules générales qu'on obtiendrait ainsi, tandis que nous aurons besoin de celles des réflexions pour l'étude ultérieure des groupes équilibrés.

d) *Cas général d'une nappe terminée par deux réseaux quelconques avec des sources des deux côtés.* — Si, pour commencer, toutes les sources sont du côté de l'origine, E^0 E'^0 E''^0 , les ondes primaires totales s'expriment, d'après (14) :

$$v_1 = F^0 e_1^0 + E' e_1'^0 + \dots,$$

$$v_2 = E^0 e_2^0 + E' e_2'^0 + \dots,$$

et les ondes résultantes directes à l'origine, d'après (16) :

$$\left. \begin{aligned} V_1^0 &= E^0 (e_1^0 S_{11} + e_2^0 S_{21} + \dots) + E'^0 (e_1'^0 S_{11} + \dots) + \dots, \\ V_2^0 &= E^0 (e_1^0 S_{12} + e_2^0 S_{22} + \dots) + E'^0 (e_1'^0 S_{21} + \dots) + \dots \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

Il faut exprimer de même les ondes résultantes inverses à l'origine ; on a :

$$\begin{aligned} V_1^A &= V_1^0 P_1, & V_2^A &= V_2^0 P_2, & \dots \\ V_1'^A &= V_1'^0 P_1^{-1}, & V_2'^A &= V_2'^0 P_2^{-1}, & \dots \end{aligned}$$

et d'autre part :

$$V_1^A = V_1^A m_{11}^A + V_2^A m_{21}^A + \dots, \quad V_2^A = V_1^A m_{12}^A + \dots, \quad \dots$$

Posons :

$$\left. \begin{aligned} T_{11} &= S_{11} P_1 m_{11}^A + S_{12} P_2 m_{21}^A + \dots, & T_{12} &= S_{11} P_1 m_{12}^A + \dots, & \dots \\ T_{21} &= S_{21} P_1 m_{11}^A + \dots, & T_{22} &= S_{21} P_1 m_{12}^A + \dots, & \dots \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

On a :

$$\left. \begin{aligned} V_1'^0 &= E^0 (e_1^0 T_{11} + e_2^0 T_{21} + \dots) + E'^0 (e_1'^0 T_{11} + \dots) + \dots \\ V_2'^0 &= E^0 (e_1^0 T_{12} + \dots) + E'^0 (e_1'^0 T_{12} + \dots) + \dots \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

Si maintenant il y a à la fois des sources des deux côtés,

$$\begin{aligned} E^0, E'^0, E''^0, \dots \\ E^A, E'^A, E''^A, \dots, \end{aligned}$$

nous poserons, par analogie avec ce qui précède :

$$\left. \begin{aligned} R'_{11} &= P_1 [P_1 m_{11}^0 m_{11}^A + P_2 m_{12}^0 m_{21}^A + \dots], \\ R'_{12} &= P_1 [P_1 m_{11}^0 m_{12}^A + \dots], \\ R'_{21} &= P_2 [P_1 m_{21}^0 m_{11}^A + \dots], \\ S''_{11} &= -\frac{D'_{11}}{D'}, & S'_{12} &= -\frac{D'_{12}}{D'}, & \dots, \\ T'_{11} &= S'_{11} P_1 m_{11}^0 + S'_{12} P_2 m_{21}^0 + \dots, & T'_{12} &= \dots, \\ T'_{21} &= S'_{21} P_1 m_{11}^0 + S'_{22} P_2 m_{21}^0 + \dots, & T'_{22} &= \dots \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

Les ondes résultantes présentent finalement la forme suivante, en fonction des coefficients hypothétiques e , m , et des coefficients composés S et T :

$$\left. \begin{aligned} V_1^0 &= \left\{ \begin{aligned} &E^0 (e_1^0 S_{11} + e_2^0 S_{21} + \dots) + E'^0 (e_1'^0 S_{11} + \dots) + \dots \\ &+ E^A (e_1^A T'_{11} + e_2^0 T'_{21} + \dots) + E'^A (e_1'^A T'_{11} + \dots) + \dots \end{aligned} \right\}, \\ V_1'^0 &= \left\{ \begin{aligned} &E^0 (e_1^0 T_{11} + e_2^0 T_{21} + \dots) + E'^0 (e_1'^0 T_{11} + \dots) + \dots \\ &+ E^A (e_1^A S'_{11} + e_2^A S'_{21} + \dots) + E'^A (e_1'^A S'_{11} + \dots) + \dots \end{aligned} \right\} \times P_1. \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

2° Vérification analytique des lois de l'émission et de la réflexion des ondes électromotrices, et détermination des coefficients d'émission et de réflexion. — Il faut maintenant vérifier que les hypothèses faites sur le mode de propagation sont exactes. Les relations physiques (22) de la transmission totale doivent pour cela être compatibles avec les relations analytiques (13) définissant cette même transmission.

Donc, en substituant dans (13) les expressions (22) des ondes résultantes, on doit obtenir des identités qui soient satisfaites quelles que soient les sources $E^0, E'^0, E''^0, \dots, E^A, E'^A, E''^A, \dots$ et quelle que soit la longueur de la nappe ou encore quelles que soient les valeurs des facteurs de propagation $P_1, P_2, \dots P_p$.

Nous ne reproduirons pas le détail de ces opérations, à effectuer en deux temps.

Les identifications en $E^0, E'^0, \dots, E^A \dots$ donnent d'abord un système de relations de la forme :

$$F_K (M, N, H; m, e; P_j = 0, \quad (23)$$

au nombre de $2p$ fois le nombre des sources, et où les M, N, H sont les constantes analytiques des équations (13); les e, m , les coefficients d'émission et de réflexion; les P , les facteurs de propagation.

Les identifications en $P_1, P_2, \dots$ dans le système (23) aboutissent enfin au résultat voulu, à savoir : détermination des coefficients d'émission et de réflexion en fonctions des M, N, H , qui ne dépendent, comme on sait, que de la forme de la nappe et des impédances des appareils; et, simultanément, vérification complète de la théorie du mécanisme de propagation et des réflexions, puisque les e et les m trouvés ne dépendent pas de la longueur de la nappe.

Equations des coefficients d'émission :

$$\begin{array}{ll} (M_1^0)^0 e_1^0 + (M_2^0)^0 e_2^0 + \dots & = -H_1^0, & (M_1^1)^0 e_1^0 + (M_2^1)^0 e_2^0 + \dots & = -H_1^0, & \dots \\ (M_1^1)^0 e_1^0 + (M_2^1)^0 e_2^0 + \dots & = -H_2^0, & (M_1^2)^0 e_1^0 + \dots & = -H_2^0, & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ (N_1^1)^A e_1^A + (N_2^1)^A e_2^A + \dots & = -H_1^A, & (N_1^1)^A e_1^A + \dots & = -H_1^A, & \dots \\ (N_1^2)^A e_1^A + \dots & = -H_2^A, & (N_1^2)^A e_1^A + \dots & = -H_2^A, & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{array} \quad (24)$$

Equations des coefficients de réflexion :

$$\begin{array}{ll}
 (M_1^1)^{\Lambda} m_{11}^{\Lambda} + (N_2^1)^{\Lambda} m_{12}^{\Lambda} + \dots = -(M_1^1)^{\Lambda}, & (N_1^1)^{\Lambda} m_{21}^{\Lambda} + (N_2^1)^{\Lambda} m_{22}^{\Lambda} + \dots = -(M_2^1)^{\Lambda}, \quad \dots, \\
 (M_1^1)^{\Lambda} m_{11}^{\Lambda} + \dots = -(M_1^2)^{\Lambda}, & (N_1^1)^{\Lambda} m_{21}^{\Lambda} + \dots = -(M_2^2)^{\Lambda}, \quad \dots, \\
 \dots & \dots \\
 (M_1^1)^0 m_{11}^0 + (M_2^1)^0 m_{12}^0 + \dots = -(N_1^1)^0, & (M_1^1)^0 m_{21}^0 + \dots = -(N_2^1)^0, \quad \dots, \\
 (M_1^1)^0 m_{11}^0 + \dots = -(N_1^2)^0, & \dots = \dots, \quad \dots, \\
 \dots & \dots
 \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} (M_1^1)^{\Lambda} m_{11}^{\Lambda} + (N_2^1)^{\Lambda} m_{12}^{\Lambda} + \dots = -(M_1^1)^{\Lambda}, \\ (M_1^1)^{\Lambda} m_{11}^{\Lambda} + \dots = -(M_1^2)^{\Lambda}, \\ \dots \\ (M_1^1)^0 m_{11}^0 + (M_2^1)^0 m_{12}^0 + \dots = -(N_1^1)^0, \\ (M_1^1)^0 m_{11}^0 + \dots = -(N_1^2)^0, \\ \dots \end{array}} \right\} (25)$$

(à suivre.)

Note sur l'élimination des
PERTURBATIONS CAUSÉES PAR LES LIGNES
EXPLOITÉES AU BAUDOT,

par E. BOYER,
commis des Postes et Télégraphes.

1. Circuits téléphoniques. — On sait que les circuits téléphoniques sont très souvent influencés par les transmissions Baudot voisines. Il ne faut pas voir dans ce phénomène une simple induction entre les fils, car les rotations ne le suppriment pas toujours. D'autre part, il arrive que les appareils récepteurs de T.S.F. sont également fortement influencés par la cadence du baudot. Le phénomène est, en réalité, intimement lié à la production de courants de haute fréquence très amortis faisant vibrer à leur période propre tous les circuits voisins capables d'entrer en oscillation.

Il existe à Coblenz, au central télégraphique allemand, une installation de relais sur la ligne Paris—Berlin exploitée au baudot duplex. Dans ce genre d'installation, les courants reçus traversent normalement les appareils récepteurs, tandis que les courants émis passent par moitié en opposition dans les bobines de ces appareils, et leur action locale se trouve en fait être complètement annulée.

Cet appareillage apportait un trouble considérable sur la plupart des circuits téléphoniques aboutissant au central de Coblenz, y compris les circuits urbains.

En outre, certains circuits aboutissant au central de Trèves, distant de plus de 100 kilomètres, étaient également influencés.

La figure 1 représente le schéma de l'installation existant primitivement. On voit que les courants émis par Coblenz traversent de véritables circuits oscillants, constitués par les selfs des bobines des relais et des galvanomètres et les capacités des lignes artificielles, des câblages et des câbles, car les conducteurs sont souter-

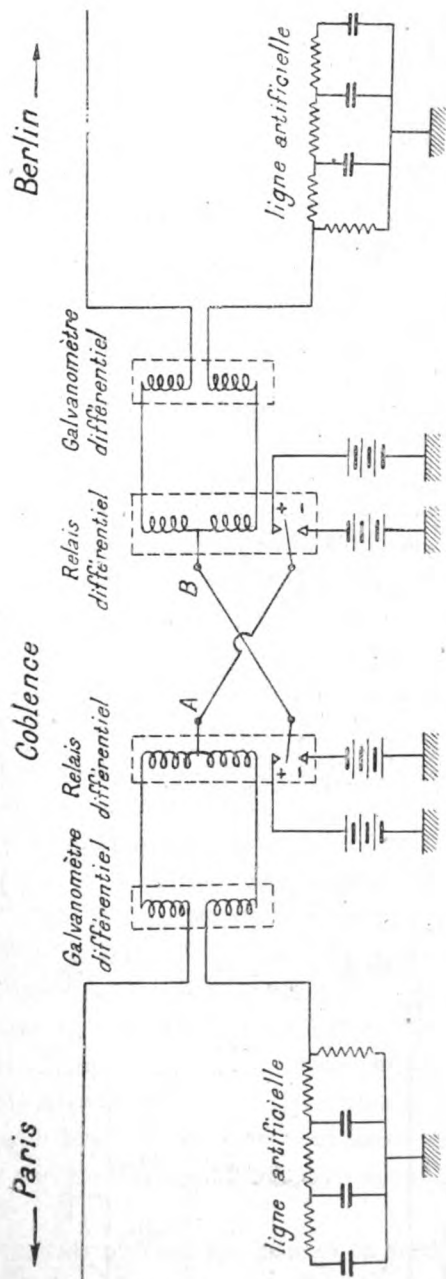


Fig 1

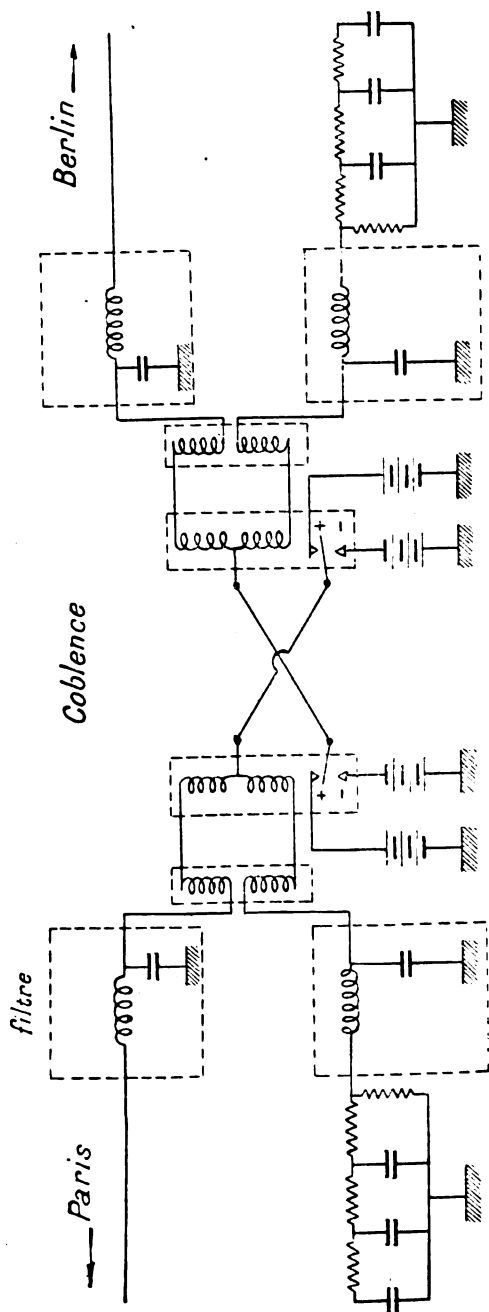


Fig. 2.

rains dans la traversée de la ville. On comprend fort bien que les étincelles éclatant aux contacts des relais puissent produire toute une gamme de fréquences à partir de fréquences audibles, c'est-à-dire de 1 à 1000 kilocycles, et que les conducteurs ainsi que toutes les masses métalliques avoisinantes soient influencés, soit électrostatiquement, soit électromagnétiquement.

La nature des troubles permettant de penser que l'on avait affaire à des phénomènes de haute fréquence, l'emploi de filtres « passe-bas » s'imposait. La place de tels filtres semble être, *a priori*, aussitôt après la production des oscillations, c'est-à-dire sur la liaison de la palette des relais avec le milieu des enroulements du relais antagoniste, en l'espèce aux points marqués A et B (fig. 1). Cette façon de procéder a amené des difficultés entre les correspondants et n'a pas été étudiée plus avant, étant donné qu'il ne fallait pas apporter d'interruptions au trafic, fort important sur une telle ligne. En outre, le mauvais temps rendit les recherches plus difficiles, par suite des perturbations qu'il causa sur les fils.

Après différents essais de filtres à une ou plusieurs cellules de constantes diverses, on s'est arrêté au schéma de la figure 2, qui a donné de très bons résultats.

Les quatre filtres, évidemment semblables, sont constitués par une bobine d'un henry environ et un condensateur de 0²F,5. Une capacité plus grande risquerait de gêner le fonctionnement du baudot, par le trop grand aplatissement qu'elle donnerait aux signaux. Chaque bobine comporte un enroulement de 4600 tours de fil de 0^{mm},2 à deux couches de soie, placé sur un noyau de fils de fer de 10 centimètres de longueur et de 3 centimètres de diamètre. Une chemise, également en fils de fer, recouvre plus ou moins la bobine. La résistance est de 100 ohms. Ces appareils n'ont pas été faits pour la circonstance, mais existent normalement dans le matériel allemand. Les condensateurs sont isolés au papier et peuvent supporter une tension double de la tension utilisée (en l'espèce, 120 volts).

Les résultats obtenus par la mise en service de ces filtres ont été tout à fait remarquables. Sur les circuits fortement inductés, la cadence du baudot est maintenant à peine perceptible. Elle a

RÉSULTATS DES ÉCOUES SUR LES CIRCUITS DE LA RÉGION DE COBLENCE
S. U. M. I. S. A. L'INFLUENCE DU FIL 1024 PARIS—BERLIN (BAUDOT),
AVANT ET APRÈS L'INSTALLATION DE FILIRES.

CIRCUITS.	NUMÉROS	PERTURBATION		COMBINÉS.	PERTURBATION	
		sans filtre.	avec filtre.		sans filtre.	avec filtre.
Rame de la Moselle dans laquelle se trouve le fil 1024 :						
Berncastel—Coblence.	D 6909	5	2	M 4945	7	2
— — — — —	D 2824	5	1			
Trèves—Coblence	D 4148	3	0	M 4363	6	1
Castellaun—Coblence.	D 10535	3	0			
Bad-Bertrich—Coblence	D 10220	4	0	M 1793	5	0
Trèves—Coblence	D 9249	4	0			
Kreuznach—Coblence.	D 6911	5	0	M 5059	9	1
Cochem—Coblence (fer)	Ee 5465	6	1			
Cologne—Kreuznach.	D 2714	—	—			
Wittlich—Coblence	B 5709	3	0			
Circuits omnibus.	sp. 325	2	0	M 4963	6	2
	sp. 326					
	sp. 736					
Rames de la vallée du Rhin :						
Andernach—Coblence	B 6976	0	0	M 4076	4	0
Weissenthurm—Coblence	D 10296	0	0			
Cologne—Coblence.	D 2711	2	0	M 2003	3	1
Cassel—Coblence.	D 2275	2	0			
Niederlahnstein—Coblence	2212	0	0			
Caub—Coblence	B 8183	0	0			
Rames à travers l'Eifel :						
Gerolstein—Coblence.	D 1815	7	0	approprié		
Düren—Coblence	D 2275	2	0	mal isolé		
Aix-la-Chapelle—Coblence	D 8952	3	0			
Trèves—Coblence	D 5888	3	3			
Trèves—Francfort-sur-Main.	D 5889	4	0			

Nota : avant le numéro du circuit, la lettre D signifie : bronze de 3 millimètres,
B — bronze de 2 millimètres,
Ee — fer de 4 millimètres.

Valeur chiffrée de perturbations :

- 0 : pas d'influence,
- 1 : très faible,
- 2 : faible,
- 3 : audible,
- 4 : moyenne,
- 5 : assez forte,
- 6 : forte,
- 7 : très forte,
- 8 : couvrant la conversation,
- 9 : circuit inutilisable par moments.

complètement disparu sur les circuits de l'armée d'occupation, où elle était autrefois fort gênante.

Le tableau ci-joint donne les résultats chiffrés de l'écoute sur les différents circuits du central de Coblenz. On remarquera que les combinés sont beaucoup plus influencés que les combinants. Les appropriés et les circuits mal isolés le sont également.

La rame la plus perturbée est naturellement celle de la Moselle, qui contient le fil 1024 ; mais on trouve également de l'induction sur des rames perpendiculaires à la première, par exemple celle de la vallée du Rhin ou de l'Eifel.

En outre, des circuits Düren—Trèves, Euskirchen—Trèves et Cologne—Strasbourg, qui sont parallèles au fil 1024 à l'entrée de Trèves sur une longueur de 7 kilomètres et qui se trouvaient influencés par le baudot, ont vu leur perturbation disparaître totalement. Ce fait démontre bien qu'il s'agit d'ondes de fréquence élevée se propageant fort loin.

L'installation est en service depuis octobre 1926 et n'a apporté aucun trouble entre les correspondants. La balance des ponts se fait de la même manière qu'autrefois, et le remplacement de la ligne artificielle du côté de Berlin par une ligne réelle a pu se faire sans difficulté.

2. Postes récepteurs de radiodiffusion. — La protection des postes récepteurs de radiodiffusion contre les troubles du baudot est également à assurer. Le phénomène est ici plus complexe ; mais on peut toutefois diviser les actions perturbatrices en trois catégories.

actions locales (dans le bureau),

actions à courte distance (100 mètres),

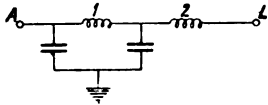
action à grande distance (plusieurs kilomètres).

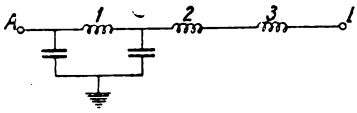
1° *Les actions locales*, du même ordre que celles que causent une sonnerie électrique ou un moteur à collecteur, dépendent de toutes les étincelles qui éclatent au distributeur. On peut les étouffer à l'aide de condensateurs ; mais la complication de l'installation est accrue, et l'utilité de cette mesure est discutable car l'action de ces étincelles n'a guère lieu que dans le bureau. Il faudrait dans ce cas s'occuper de toutes les autres perturbations causées par les sonneries,

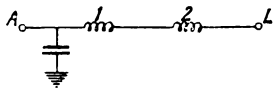
les morses, les appels et coupures téléphoniques, les moteurs des appareils, etc., etc...

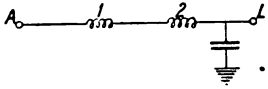
2° *Les actions à courte distance* sont causées par la propagation, sur le fil, de courants de fréquences extrêmement élevées. La présence d'un « filtre » quelconque sur le fil n'arrête pas toujours ces fréquences qui sont excessivement gênantes dans le voisinage du bureau.

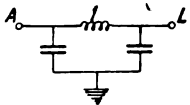
Leur rôle a été particulièrement étudié à Deauville, où les constatations de l'action de plusieurs filtres ont été faites à 40 mètres du bureau sur un poste récepteur à cinq lampes (2 HF + 1 D + 2 BF) d'une grande sensibilité et sur un changeur de fréquence à cadre. Voici quelques schémas qui ont été utilisés, ainsi que les résultats obtenus :

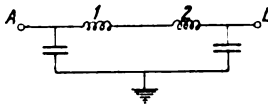
1° essai :  élimination des troubles : 60 %.

2° essai :  élimination : 50 %.

3° essai :  élimination : 20 %.

4° essai :  élimination : 0.

5° essai :  élimination : 90 %.

6° essai :  élimination : 95 %.

Les bobines comportaient 450 tours de fil de 35/100 en nid d'abeilles sur un même noyau de fer feuilleté fermé de 2 centimètres carrés de

section. Les condensateurs avaient une capacité de $0^{\mu}F,5$ et $0^{\mu}F,2$.

Des expériences qui précèdent, on peut conclure que la présence de selfs ne suffit pas pour arrêter les fréquences très élevées, celles-ci passant par capacité entre les spires.

En particulier, dans les 1^{er} et 2^e essais, les bobines 2 et 3, placées sur le même noyau et par conséquent, fortement couplées avec la bobine 1, renvoyaient sur la ligne les fréquences arrêtées par le filtre.

Dans les 3^e et 4^e essais, la présence d'un seul condensateur s'est montrée insuffisante à empêcher la propagation des très hautes fréquences, tandis que les fréquences moyennes étaient éliminées.

Ce n'est que dans les 5^e et 6^e essais que toutes les fréquences gênantes ont été arrêtées.

On peut trouver une explication à ces résultats en considérant que certaines fréquences parcourent les premières spires des enroulements et s'écoulent par capacité avec le noyau ou les autres spires et créent ainsi des champs magnétiques induisant l'ensemble de la bobine. La présence du condensateur terminal est nécessaire pour fermer leur circuit et les empêcher de se propager sur la ligne.

Le résultat définitif donné par le 6^e montage a été confirmé par de nombreux amateurs de Deauville, qui ont constaté la suppression complète des troubles du baudot.

3^o *Les actions à grande distance* sont produites par des fréquences moyennes qui peuvent se propager assez loin. Leur action se trouve cependant limitée au voisinage de la rame portant le fil perturbateur. En général, le parcours en câble du fil s'oppose, dans une certaine mesure, à leur propagation. C'est ainsi que les baudots du poste central télégraphique de Paris ne gênent point les amateurs. Mais, si le trajet en câble ne dépasse pas 1 kilomètre, les troubles apparaissent sur le parcours souterrain et ensuite sur le parcours aérien. C'est ce qui existe à Deauville, où le trajet du fil est en câble souterrain jusqu'à la gare.

Les troubles de cette troisième catégorie sont assez faciles à neutraliser. Parfois, une simple bobine d'une fraction d'henry suffit ; mais toutes les fréquences ne sont point arrêtées, ce qui rend les

résultats très inconstants suivant les endroits où se font les constatations. Le filtre n° 6 s'est montré aussi efficace pour ces perturbations que pour les précédentes.

La faible résistance et l'impédance minimum du filtre n'affectent en rien le fonctionnement du baudot et ne changent pas pratiquement l'orientation ni le réglage du relais.

1. La question de l'élimination des troubles causés par le baudot a déjà fait l'objet de nombreuses recherches, qui ont donné parfois d'excellents résultats. Parmi les chercheurs, nous pouvons citer notamment :

en 1924 : M. Chenilleau, rédacteur à Niort ;

M. Brosse, directeur à Rochefort ;

en 1925 : M. Avias, mécanicien à Avignon ;

en 1926 : M. Gabillaud, chef du poste central télégraphique de Nice,

M. Dubreuil, directeur régional à Rennes ;

en 1927 : M. Guille, contrôleur principal à Casablanca ;

en 1928 : M. Guillo, directeur à Avignon.

Enfin, dès 1926, M. J.-B. Pomey avait préconisé l'emploi de filtres à plusieurs cellules sur le fil. (N.D.L.R.)

SUR LES AMPLIFICATEURS A RÉSISTANCE,

Note explicative relative à l'article de H.-F. Mayer
(*Annales des P.T.T.*, mai 1928),

par J.-B. POMEY.

Les lecteurs français des *Annales des P.T.T.* sont habitués à envisager, dans la lampe à trois électrodes, des constantes différentes de celles qu'on emploie en Allemagne. Il pourra donc être utile, à quelques-uns d'entre eux tout au moins, de connaître la terminologie allemande.

1. Si l'on appelle C_A la capacité de l'anode par rapport au filament (condensateur plaque-filament) et C_G la capacité de la grille par rapport au filament également, on a, pour la charge Q de ce filament considéré comme cathode, la valeur suivante, en fonction de la tension de plaque E_A et de la tension de grille E_G :

$$Q = -(C_A E_A + C_G E_G),$$

de sorte que Q conservera la même valeur si l'on donne à E_A et E_G des variations simultanées, satisfaisant à la condition :

$$C_A \Delta E_G + C_G \Delta E_A = 0.$$

Il y aura alors, autour du filament, la même répartition des lignes de force, et par suite le courant électronique demeurera invariable.

Le rapport $\frac{C_A}{C_G}$ est un coefficient D , qui porte le nom de *Durchgriff* parce qu'il mesure la force de pénétration, à travers la grille, de l'action exercée par la plaque pour soutirer des électrons à la cathode. C'est le coefficient d'influence relative de la plaque.

Si l'on examine le réseau des caractéristiques qui donnent l'intensité du courant de plaque en fonction de la tension de grille, le coefficient d'influence est le rapport de la translation qu'il faut faire subir à une caractéristique parallèlement à l'axe des abscisses,

pour l'amener en coïncidence avec une caractéristique voisine, à la différence des tensions de plaque auxquelles se rapportent ces deux caractéristiques.

L'intensité du courant de saturation étudié par Langmuir et le professeur Schottky peut se mettre sous la forme :

$$I_E = 1,465 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{1}{r_G} \cdot E_I^{\frac{3}{2}},$$

I_E étant, en ampères, le courant électronique total,

r_G , le rayon du cercle générateur de l'hélice de grille,

$E_I = E_G + D \cdot E_A$, un potentiel de grille fictif,

1.465 un coefficient qui se rapporte à la lampe standard en Allemagne.

Si nous comparons avec l'équation bien connue des caractéristiques

$$\rho j = v + ku = p,$$

où j est le courant de plaque, v la tension de plaque, u la tension de grille, p une constante, ρ la résistance intérieure, k le pouvoir amplificateur, on voit que j reste constant si l'on a :

$$\Delta v + k \Delta u = 0,$$

ce qui montre qu'on a $D = \frac{1}{k}$.

La valeur de D est de 0,07 pour la lampe courante (en Allemagne), d'où une valeur de k voisine de 14.

Si l'on se borne aux parties rectilignes des caractéristiques, on pourra écrire approximativement :

$$I_A = S (E_G - E_{G_0} + D E_A),$$

I_A étant le courant de plaque, sensiblement égal au courant électronique du filament si l'on peut négliger le courant de grille, ce qui a lieu notamment si le potentiel de grille est négatif,

E_G , la tension de grille,

E_A , la tension de plaque,

E_{G_0} , la tension correspondant au point où la partie rectiligne de la caractéristique vient rencontrer l'axe des abscisses.

Le coefficient S porte le nom de *Steilheit* (*steil*, escarpé); on a :

$$S = \frac{\Delta I_A}{\Delta E_G};$$

c'est le coefficient angulaire de la caractéristique qui caractérise la pente. On a donc :

$$S = \frac{k}{\rho}.$$

La valeur de S est approximativement de 0,0007 pour la lampe considérée, ce qui correspondrait à une valeur de ρ voisine de 20.000 ohms.

Enfin la résistance intérieure R_i est définie, comme ρ , par

$$R_i = \frac{\Delta E_A}{\Delta I_A},$$

d'où :

$$R_i = \rho.$$

Nous venons de dire que R_i est d'environ 20.000 ohms ; et l'on a la relation évidente :

$$R_i D S = \frac{\Delta E_A}{\Delta I_A} \cdot \frac{\Delta E_G}{\Delta E_A} \cdot \frac{\Delta I_A}{\Delta E_G} = 1.$$

Pour la lampe standard, on a bien, sensiblement :

$$20.000 \times 0,07 \times 0,0007 = 1.$$

2. Appliquons maintenant ces principes au cas de l'amplificateur à résistance.

La variation périodique de la tension de plaque est transmise à la grille de la lampe suivante par le condensateur C_g muni de la résistance de fuite R_g . M. H.-F. Mayer suppose qu'aux fréquences considérées le condensateur C_g n'offre au courant variable qu'une résistance négligeable. Dès lors, les résistances R_A et R_g sont en dérivation l'une sur l'autre. Si donc on envisage les parties oscillatoires des grandeurs physiques variables, on a :

$$-\Delta E_A \left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_G} \right) = \Delta I_A.$$

D'autre part, l'équation de la caractéristique donne :

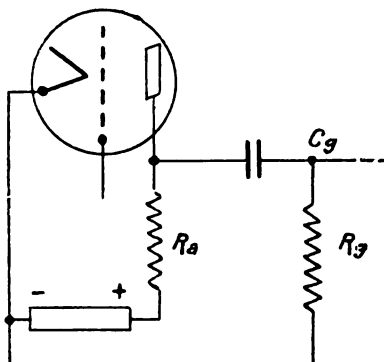
$$\Delta I_A = S (\Delta E_G + D \Delta E_A),$$

ou

$$\Delta I_A = S \Delta E_G + \frac{1}{R} \Delta E_A,$$

d'où, en éliminant ΔI_A :

$$-\left(\frac{1}{R_l} + \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_G}\right) \Delta E_A = S \Delta E_G.$$



Posons

$$\frac{1}{\mathcal{R}} = \frac{1}{R_l} + \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_G},$$

$$V = \frac{\Delta E_A}{\Delta E_G}.$$

V étant le coefficient d'amplification (*Verstärkung*, ce qui explique l'emploi de la lettre V), et il vient :

$$V = \mathcal{R}S,$$

ce qui est la formule (2) de l'article que nous commentons. La suite de cet article ne me paraît avoir besoin d'aucun éclaircissement.

Les efforts de l'administration en vue de
L'AMÉLIORATION DU SERVICE TELEPHONIQUE
A PARIS,

par E. GOULIGNAC,
directeur des Postes et Télégraphes.

Les Annales ont déjà publié divers renseignements sur les améliorations apportées ces temps derniers au service téléphonique dans la région parisienne (Le bureau téléphonique Fleurus, par Ch. Perrier, 1927, p. 177 et 692 ; Création d'un bureau régional à Paris, par R. Parésy et Boudinet, 1927, p. 932 ; La transformation du réseau téléphonique de Paris en automatique, par E. Reynaud-Bonin, 1928, p. 369). Nous extrayons d'un article paru dans la Revue L'Etat moderne (mars 1928) les lignes suivantes qui ajoutent de nouveaux et intéressants détails à ceux que nous avons déjà donnés. (N.D.L.R.)

... La situation de notre matériel est la principale source de nos difficultés.

Dans l'état actuel de la technique téléphonique, on ne pouvait plus songer à construire de nouveaux multiples manuels. C'eût été un anachronisme. Notre administration s'est engagée résolument dans la voie du progrès, et l'introduction du téléphone automatique dans le réseau de Paris va commencer dès cette année par la mise en service de la circonscription « Carnot », pour se poursuivre en 1929 par la transformation des bureaux « Gobelins », « Diderot » et « Trudaine » et la création de centres de transit destinés à assurer les relations avec la banlieue immédiate.

Le programme établi prévoit que le réseau de Paris *intra muros* sera tout entier transformé en automatique en 1938.

... Mais il restera encore à équiper en automatique un grand nombre de localités de la banlieue immédiate. Les abonnés de ces localités sont aujourd'hui au nombre de 20.000 environ. Le taux d'accroissement moyen des abonnés de banlieue étant de 10 % ; ils seront environ 50.000 en 1937.

... Une autre cause de nos difficultés actuelles réside dans les relations, sans cesse croissantes, entre Paris et la banlieue.

Ici, les risques d'incidents sont plus grands, parce que les intermédiaires sont plus nombreux, le matériel moins perfectionné, et que les bureaux de banlieue sont assaillis. Nous verrons comment l'administration a résolu en grande partie le problème du téléphone avec la banlieue, dans un rayon maximum de 50 kilomètres.

Dans la banlieue immédiate, un certain nombre de bureaux ont été dotés de multiples à batterie centrale. On sait que la batterie centrale réalise sur la batterie locale un progrès notable ; la signalisation est automatique et réduit au minimum les interventions de l'opératrice, comme elle simplifie les manœuvres de l'abonné. Cette installation, dans les relations avec la banlieue, permet l'exploitation en « tandem », grâce à laquelle un abonné de Paris peut appeler directement un abonné de banlieue et réciproquement. L'abonné se comporte comme s'il appelait un autre abonné de son réseau ; il a seulement fait intervenir une opératrice de plus. Ainsi un abonné de « Neuilly » demande un abonné de « Ségur » : l'appel, reçu par l'opératrice de Neuilly, est transmis à l'opératrice d' « Elysée » où aboutissent les circuits de Neuilly ; cette dernière dirige à son tour l'appel sur « Ségur » comme s'il avait été formulé par un abonné d' « Elysée ». On dit que la position de l'opératrice d' « Elysée », dans ce cas, est équipée en « tandem ». Ce mot, qui nous vient de l'anglais comme d'autres termes téléphoniques, indique bien la situation « en flèche » sur le circuit des deux opératrices.

Depuis 1919, les bureaux suivants de la banlieue immédiate ont été équipés en batterie centrale : Boulogne-sur-Seine ; Montreuil, qui groupe Montreuil et Bagnolet ; Saint-Ouen ; Saint-Cloud ; Montrouge, qui groupe Montrouge, Malakoff, Gentilly et Arcueil ; le Raincy, qui groupe le Raincy et Villemonble ; Saint-Germain ; Asnières ; l'Ile Saint-Denis, qui a été rattachée à Saint-Denis déjà équipé en batterie centrale ; Argenteuil ; Garches ; Vaucresson.

Vers la fin de 1928 et au début de 1929, les bureaux suivants seront équipés en batterie centrale : Nogent-sur-Marne, qui groupera Nogent-sur-Marne, le Perreux et Fontenay-sous-Bois ; Saint-Maur, qui groupera Saint-Maur, la Varenne, Joinville et Créteil ;

Aubervilliers, qui groupera Aubervilliers et la Courneuve ; Nanterre, qui groupera Nanterre et Rueil.

Au cours de 1928, l'administration prévoit les groupements suivants : Asnières recevra Gennevilliers ; Montrouge recevra Châtillon et Bagneux ; le Raincy recevra Pavillon-sous-Bois et Gagny ; Saint-Germain recevra le Pecq.

On voit que tous les travaux, terminés ou à l'état de projet, sont dominés par la tendance à créer autour de Paris des centres de groupement en liaison directe avec la capitale ; cette conception est justifiée par le meilleur rendement des circuits aboutissant aux centraux de Paris ; elle fait table rase d'une véritable poussière de lignes et de bureaux répandus sur la région parisienne au hasard de leur importance, souvent très inégale, et pourvus d'un matériel disparate.

Les bureaux à batterie locale, qui sont, dans l'outillage moderne ce que paraîtrait un wagon de 1860 attelé à un sleeping-car, sont destinés à disparaître, pour le plus grand intérêt des usagers et du service en général.



La liaison entre les bureaux de la banlieue immédiate et les centraux de Paris a été relativement facile à assurer ; le problème était tout autre pour les localités de la grande banlieue, dont le développement incessant nécessitait une exploitation spéciale ; l'administration a su la réaliser efficacement en créant le bureau régional qui dessert les localités au delà de la petite banlieue, comprises dans une couronne concentrique d'un rayon de moins de 50 kilomètres. Cette ceinture extérieure a reçu le nom de « zone régionale ».

Le bureau régional est installé dans les locaux de « Trudaine » et de « Provence » depuis le début d'octobre 1927. Son exploitation offre les avantages de l'exploitation urbaine, c'est-à-dire qu'elle permet la mise en relation, sans attente, d'un abonné de Paris avec un abonné de grande banlieue. La capacité du meuble destiné à assurer l'exploitation sans attente dans le sens Paris—zone régio-

nale est de 600 circuits. Actuellement, 425 circuits sont en service dont 200 ont été construits au cours de l'année 1927.

Le bureau régional est en relation directe avec 93 localités ; mais, par l'intermédiaire de celles-ci, il peut toucher les localités qui leur sont reliées, ce qui porte en réalité à 164 localités de 10 cantons de la Seine et de 15 cantons de Seine-et-Oise le nombre total des localités desservies.

La taxe est uniformément fixée à 1 franc.

Les 93 circuits sont multiplés, c'est-à-dire reproduits par dérivation devant 108 positions d'opératrices ; chaque opératrice a donc tous les circuits sous la main.

Les centraux de Paris attaquent les opératrices du régional par 420 lignes d'appel.

Actuellement, 62 positions d'opératrices suffisent à écouler le trafic, qui ne dépasse pas 13.000 appels par jour. Ces chiffres seront certainement dépassés : une recrudescence de trafic est en effet la conséquence logique des commodités nouvelles mises à la disposition de la clientèle ; le bureau régional n'échappera pas à cette loi, et déjà la faveur qu'il rencontre auprès du public fait augurer du développement que prendra son exploitation ; son outillage est prévu pour y faire face ; les localités déjà reliées pourront recevoir des circuits supplémentaires et de nouvelles localités pourront être rattachées à ce bureau.

D'autre part, un grand nombre de circuits ont été construits pour donner à l'exploitation dans le sens zone régionale—Paris les commodités dont se félicite la clientèle du régional dans le sens contraire.

Les avantages de l'exploitation régionale s'étendent aux abonnés même de la zone correspondant entre eux.

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Les progrès de la physique américaine dans les dix dernières années (K. Darrow et M. Boll, *La Science et la Vie*, juin 1928). — Jusqu'à une époque récente, dont se souviennent nombre d'hommes encore en vie, l'énergie américaine était consacrée presque entièrement à la colonisation et au développement des vastes et nouveaux territoires, ainsi qu'à l'organisation de la vie économique. Il faudrait y joindre de gigantesques travaux d'ingénieurs et des inventions pratiques de grande importance dans de multiples domaines, tels que la télégraphie, la téléphonie, la photographie, l'éclairage et les chemins de fer ; mais les études de science pure étaient peu poussées. Dans les universités, la recherche scientifique était rare ; on y pensait que le rôle des professeurs consistait à transmettre le savoir, plutôt qu'à l'étendre.

Vers 1880, ces conditions commencèrent à changer. Les jeunes hommes qui avaient été chercher en Europe le doctorat, impossible à obtenir dans leur pays, revinrent avec une idée précise de la recherche scientifique. De nouvelles universités furent fondées, avec le but explicite de l'avancement de la science, et beaucoup d'anciennes s'acheminèrent graduellement d'elles-mêmes vers le nouvel idéal. Durant les trente années qui précédèrent immédiatement la guerre, la contribution de l'Amérique à la science fut constamment de plus en plus importante. Par un paradoxe curieux, la grande guerre, qui était nuisible à la recherche de la vérité et aussi à la cause de la science, aida néanmoins au développement de la science pure. On se rendit compte qu'une nation qui se désintéresserait de la recherche scientifique ne tiendrait pas une grande place dans le monde ; et cette idée, tout en concentrant l'attention du public sur les inventions utiles, au cours de la guerre, a eu le résultat très heureux d'accroître grandement l'intérêt public pour la science pure. Aussitôt la guerre finie, le nombre de jeunes gens qui prenaient des inscriptions pour

l'étude de la physique s'est trouvé beaucoup accru ; de même, se sont multipliées les sommes consacrées, chaque année, par les universités et les industries à la recherche physique, les donations faites dans le but de fonder de nouveaux laboratoires et de nouvelles chaires de professeurs, chose de grande importance, car la recherche en physique est devenue extrêmement onéreuse.

Echanges d'idées et de savants. — Bien que l'Amérique fournisse maintenant une bonne part des physiciens du monde, il est difficile de trouver quelque différence importante entre « la physique américaine » et « la physique allemande » ou « la physique française » ; puisse-t-il en être longtemps ainsi ! Ce n'est guère que dans les arts qu'il est possible de découvrir des caractéristiques fortement nationales, et cependant, même dans les arts, elles ne sont pas aussi accentuées qu'on pourrait le croire. Au lieu d'appeler les frères van Dyck de grands peintres flamands et Léonard de Vinci un grand peintre milanais, ne sommes-nous pas plus raisonnables de dire que Léonard de Vinci et van Dyck sont de *grands hommes*, et de déduire que les peintres milanais de second plan imitèrent le premier et les flamands imitèrent les derniers ? En tout cas, tandis que les « écoles » de Léonard de Vinci et de van Dyck ont pu être concentrées surtout l'une à Milan, l'autre dans les Flandres, l'« école » des grands physiciens de Paris peut comprendre des disciples d'Angleterre, des Etats-Unis, de Pologne, d'une douzaine de pays à la fois. Cette condition, très heureuse, sans doute, se généralisera de plus en plus, à cause des importantes « fondations américaines » qui envoient des étudiants de l'Amérique à travers le monde et ceux de l'Europe et de l'orient en Amérique ; ainsi, quand l'un de ces derniers visite le laboratoire de physique de quelque grande université aux Etats-Unis il est probable qu'il y rencontrera un Français, un Hollandais, un Japonais, trois ou quatre jeunes Américains qui reviennent justement d'un séjour de quelques années à Copenhague, ou Cambridge, ou Göttingen, ou Paris, et bien d'autres encore qui espèrent fréquenter les mêmes universités étrangères au cours de l'année suivante. Ainsi, l'échange libre, non seulement des idées, mais des hommes, devient fatal au particularisme national.

Parler de l'œuvre des savants actuels est une tâche délicate,

et il nous arrivera certainement d'oublier beaucoup d'institutions et de personnalités tout aussi dignes d'éloges que beaucoup de celles dont nous parlerons. Il est difficile, d'autre part, de trouver un plan irréprochable de présentation des recherches actuellement conduites en Amérique. Le mieux peut-être, sera d'adopter un ordre géographique.

Les Etats de l'est. — Nous commençons notre tournée scientifique aux Etats-Unis par le nord-est, à Cambridge, qui prit son nom de l'ancienne cité universitaire anglaise et renferme la plus ancienne des universités américaines, l'université Harvard. Là, P. W. Bridgman a réussi à obtenir les pressions les plus fortes qu'on ait jamais atteintes, plus grandes même que celles qui règnent au fond des océans, pressions sous lesquelles la cire et le caoutchouc sont plus durs que l'acier ; l'huile est solide, une barre d'acier peut être cassée en deux par un liquide comprimé sur ses côtés. Sous ces pressions, Bridgman a mesuré les conductivités électrique et thermique, les densités, les viscosités, et d'autres propriétés de trente ou quarante métaux et de divers autres corps. A Harvard, T. Lyman perfectionna la science de la spectroscopie dans le vide, surmontant ainsi le plus grand obstacle à l'étude du spectre ultraviolet extrême. Ce plus grand obstacle était l'opacité à ces rayons de toutes les formes de matières, même des gaz. Parmi un grand nombre de nouvelles lignes spectrales, il a découvert les séries des plus hautes fréquences que l'hydrogène et l'hélium sont capables d'émettre, apportant des confirmations de grande valeur aux théories atomiques actuelles. A Harvard également, R. S. Mulliken (maintenant à l'université de New York) effectua beaucoup d'analyses approfondies de spectres de bandes.

Les recherches de W. Duane sur les rayons X furent conduites dans un autre laboratoire de l'université de Harvard. Ces recherches permettent d'établir une relation théorique entre la situation et le nombre d'électrons dans l'atome, d'une part, et les intensités des taches qui apparaissent sur les radiogrammes ; elles ont précisé notre connaissance de la constitution électronique des cristaux.

Avançons-nous directement vers l'ouest ; nous trouvons, à Schenectady, le grand laboratoire des recherches de la General Electric Co. (W. R. Whitney, directeur). Là, A. W. Hull, d'une façon tout

à fait indépendante, découvre la méthode d'analyse des cristaux par les rayons X, qui est souvent connue sous le nom de Debye et Scherrer, et il l'appliqua à déterminer la disposition des atomes dans beaucoup de métaux, d'alliages et de composés ; il a ensuite étudié les émissions d'électrons des métaux qui sont bombardés par un flux d'électrons et les fluctuations du courant thermionique, qui donnent la valeur de charge de l'électron. Là, W. D. Coolidge développa l'emploi des tubes à vide élevé qui portent son nom, pour la production des rayons X, et, tout récemment, il a fait sortir des ampoules un flux intense d'électrons à travers une fenêtre métallique mince de la paroi, de sorte qu'il produit de curieux effets dans l'atmosphère ou dans n'importe quel gaz qu'il désire exposer à leur action. Les diverses recherches de I. Langmuir ont été, pour la plupart, effectuées dans ce laboratoire. En ces dernières années, il a étudié l'effet thermionique du tungstène contenant du thorium ou recouvert avec une couche mince de métal alcalin, la distribution des ions positifs et négatifs autour des électrodes dans les gaz conducteurs, et divers autres sujets. S. Dushman mesura aussi la constante thermionique qui, conformément à certaines théories, serait une constante universelle et qui, pour plusieurs métaux, semble avoir la valeur théorique.

Plus loin vers l'ouest, se trouvent deux autres grands laboratoires de recherches, subventionnés par deux sociétés industrielles : celui de l'Eastman Kodak Company (C. E. K. Mees, directeur) à Rochester, et le laboratoire Nela (W. E. Forsythe, directeur) de la General Electric Company à Cleveland, consacrés : le premier, à l'étude des procédés photographiques, et l'autre, aux problèmes se rapportant à l'éclairage.

La cité de New York n'a jamais atteint, aux Etats-Unis, une prédominance analogue à celle de Paris en France ; le pays est trop étendu, il a trop d'autres grandes et riches villes, et la capitale politique est ailleurs. New York possède cependant plusieurs grands laboratoires, comprenant celui de l'université Columbia, où, en 1917, Bergen Davis et F. S. Goucher découvrirent le moyen de distinguer si un flux d'électrons, pénétrant dans un gaz, ionise ou simplement excite les atomes du gaz. La distinction entre l'ionisation (séparation d'un électron de l'atome) et l'excitation (passage d'un atome

de son état normal à un état différent) fut postulée par Bohr, dans sa théorie des spectres ; mais, avant que Goucher et Davis n'aient proposé leur méthode, ce fait n'avait pas été réalisé expérimentalement. Dans les mêmes laboratoires, le même Davis mit en évidence une faible réfraction des rayons X de haute fréquence par les cristaux.

A New York également, dans les Bell Telephone Laboratories, les recherches relatives aux communications électriques sont poursuivies par l'American Telephone et Telegraph Company. Dans ce laboratoire (H. D. Arnold, directeur des recherches), beaucoup d'études et d'investigations théoriques et expérimentales sont consacrées continuellement aux propriétés des circuits électriques ; la radio, les câbles sous-marins, la résonance des membranes et des pavillons, le ferro-magnétisme, la nature des sons de la parole et la sensibilité de l'oreille, l'effet thermionique, qui est la base de la lampe à trois électrodes ; l'effet photoélectrique, qui est la base de la télévision, et une quantité d'autres sujets. Le permalloy, alliage de fer et de nickel, grandement supérieur au fer pur quant à sa perméabilité pour les faibles champs magnétiques, fut découvert par G. W. Elmen, et ses propriétés étudiées par L. W. Mc Keehan et d'autres ; les sons de la parole furent analysés par I. B. Crandall, H. Fletcher et beaucoup d'autres ; l'effet photoélectrique des métaux alcalins et de leurs alliages, aussi bien en masses qu'en couches minces, fut étudié par H. E. Ives ; la constante thermionique des divers métaux et de beaucoup de sortes de filaments recouverts d'oxydes fut mesurée par C. Davisson et d'autres. Au cours des expériences sur la diffusion des électrons par les métaux, Davisson et L. H. Germer furent conduits, d'une manière inattendue, à découvrir la première preuve expérimentale de la mécanique ondulatoire des physiciens Louis de Broglie et Schrödinger. De Broglie a émis l'hypothèse que des électrons de vitesse donnée possèdent certaines propriétés des ondes d'une longueur calculable ; Davisson et Germer ont montré, l'année dernière, qu'un pinceau étroit d'électrons est diffracté par un cristal de nickel et que les accumulations d'électrons dans des directions privilégiées peuvent se prévoir par la longueur d'onde que leur attribuent les nouvelles théories. Le *Bell System Technical Journal*

est l'organe dans lequel les recherches faites dans ce laboratoire et ailleurs, sous les auspices de l'American Telegraph et Telephone Company et des compagnies associées, sont publiées.

Continuant vers le sud, le long de la côte de l'Atlantique, nous trouvons l'université de Princeton. Dans son laboratoire de physique, K. T. Compton, avec beaucoup d'élèves, a étudié presque tous les aspects de la conduction de l'électricité dans les gaz ; nous citerons spécialement son étude sur la distribution des charges à l'intérieur de l'arc et dans la flamme, où l'on constate des prédominances d'ions tantôt positifs, tantôt négatifs ; de telles recherches peuvent éventuellement déterminer comment ces décharges s'entretiennent par elles-mêmes. Compton a aussi fait plusieurs études sur les oscillations qui naissent dans de telles décharges, sur l'ionisation et l'excitation et sur le transport direct de l'énergie d'atome à atome dans les collisions. Princeton est la résidence de H. N. Russell, célèbre, depuis plusieurs années, comme astronome spécialiste de l'évolution des étoiles ; il a acquis récemment un renom presque égal comme physicien, par l'application et l'extension (en collaboration avec F. A. Saunders, de Harvard) de la théorie et de l'analyse des spectres complexes, récemment fondées en Allemagne par Landé, Heisenberg et Hund.

Philadelphie est le siège du Franklin Institute, qui, entre autres activités, publie le *Journal of the Franklin Institute* et dirige la « Bartol Research Foundation » ; celle-ci est une institution fondée il y a peu d'années, dans le seul but de faciliter les recherches en physique par l'attribution de subventions ; son directeur est W. F. G. Swann.

A Baltimore, à l'université John Hopkins, R. W. Wood a fait beaucoup de brillantes et ingénieuses expériences sur tout ce qui concerne l'optique, notamment sur l'excitation de la lumière par la lumière, la fluorescence, la phosphorescence et cette espèce particulière de fluorescence connue sous le nom de « radiation de résonance », qu'il a découverte. Dans ce phénomène, les atomes, amenés hors de leur état normal par l'absorption d'une lumière d'une fréquence particulière, retournent à leur état normal en émettant une lumière de même fréquence. L'effet curieux et instructif du champ

magnétique sur ce phénomène est une découverte récente de Wood et de A. Ellett. Pour le moment, Wood recherche les effets des ondes sonores de haute fréquence sur le milieu à travers lequel elles se propagent.

A Washington, se trouvent les laboratoires subventionnés par le gouvernement fédéral et la fondation Carnegie. Signalons, au premier rang, le Bureau of Standards, correspondant au Bureau des poids et mesures. Là, P. D. Foote, F. L. Mohler et d'autres collaborateurs effectuent beaucoup de recherches sur l'ionisation, sur l'excitation et sur la conduction de l'électricité dans les gaz ; grâce à leurs travaux, à ceux de Compton et de Davis et Goucher, la contribution américaine, dans cette branche, rivalise avec celle de bien d'autres nations. W. S. Meggers photographie les spectres complexes et analyse les multiplets qui les constituent. Dans des chambres souterraines sous le Bureau of Standards, P. R. Heyl détermine à nouveau la constante de la gravitation avec une précision inconnue jusqu'ici. La fondation Carnegie entretient un laboratoire de géophysique et un laboratoire de magnétisme terrestre, et, en même temps, on peut voir, amarré dans la rivière Potomac, un bateau non-magnétique, le *Carnegie*, construit entièrement en bois et en bronze et propulsé principalement à la voile. Il a traversé tous les océans du monde en emportant des appareils et des observateurs pour la mesure du champ magnétique terrestre. A Washington, l'Académie nationale des sciences publie un journal analogue aux *Comptes-rendus* de l'Académie des sciences de Paris.

Les Etats du centre. — De Washington, nous nous dirigeons vers le nord-ouest et nous passons par Pittsburgh (ville du Mellon Institute, où des recherches en mainte branche de la science appliquée peuvent être effectuées, à titre onéreux, suivant les désirs de l'industrie), et nous arrivons au grand centre de Chicago. L'université de Chicago a été fondée en 1891, avec la recherche scientifique assignée comme l'une de ses principales fonctions, et les fondateurs désignèrent à la chaire professorale de physique A. A. Michelson, déjà célèbre et connu en France, spécialement pour sa détermination du rapport entre la longueur du mètre étalon et la longueur d'onde d'une certaine sorte de lumière. Depuis trente-cinq ans, Michelson est pro-

fesseur à Chicago, et, dans les toutes dernières années, il a répété ses expériences classiques, avec une précision et une délicatesse supérieures même à celles, cependant difficiles à atteindre, de ses premières recherches, mesurant à nouveau la vitesse de la lumière et confirmant de nouveau les bases expérimentales de la relativité. Il y a huit ans, il a effectué, pour la première fois, la mesure du diamètre d'une étoile. Alors que les travaux de Michelson fournissent quelques-unes des raisons puissantes pour considérer la lumière comme un phénomène ondulatoire, par une coïncidence bizarre, la faculté de physique de Chicago comprend aussi l'homme qui découvrit l'une des raisons les plus frappantes pour regarder la lumière comme un flux de corpuscules, A. H. Compton, le frère cadet du Compton de Princeton. Ce fut le cadet qui observa, en 1921, que certains des rayons X, diffusés par une couche de matière placée sur leur trajet, subissent l'augmentation de longueur d'onde qu'on prévoirait s'il s'agissait d'un flux de quanta isolés, de corpuscules de lumière, dont certains se rencontrent avec des électrons libres, de telle manière que l'énergie cinétique et la quantité des mouvements soient conservés dans la collision, comme c'est le cas dans les chocs entre balles élastiques. Ce phénomène est, maintenant, universellement connu sous le nom d'« effet Compton ». A Chicago également, A. J. Dempster a étudié la constitution isotopique de certains éléments et les propriétés des rayons canaux. Rappelons que c'est là aussi que R. A. Millikan effectua sa mesure classique de la charge de l'électron.

Arrêtons-nous un instant sur les expériences de Millikan et de Compton, car l'une et l'autre marquent des dates essentielles dans l'histoire de la physique. La structure granulaire de l'électricité avait été pressentie par l'Anglais Faraday, il y a un siècle, mais le mot « électron » ne date pas de quarante ans ; depuis, on s'est aperçu que l'électron est un constituant primordial de la matière. C'est lui qui conduit le courant dans les métaux, dans les lampes de T.S.F., dans les cellules photoélectriques ; c'est lui qui interprète la cohésion des corps solides et l'affinité chimique ; il intervient aussi dans l'émission et dans l'absorption du rayonnement. La grandeur physique qui caractérise le plus intimement l'électron, est son état d'électri-

sation (appelé encore charge électrique), et cette charge reste invuable, quelles que soient les modifications que nous sommes capables de faire subir à l'électron. Millikan, à la suite d'expériences admirables, réussit à mesurer cette charge avec une approximation qui atteint le millième de sa valeur. La structure granulaire du rayonnement fut imaginée, au xviii^e siècle, par Newton ; mais on vit ensuite dans le rayonnement, avec Huygens et Fresnel, un phénomène ondulatoire. Grâce à la découverte, par H. Hertz (1887), de l'effet photo-électrique, grâce surtout aux travaux de A. H. Compton, nous sommes aujourd'hui conduits à une théorie moins exclusive, à une transaction entre les conceptions opposées : le rayonnement (et par suite la lumière, qui n'en est qu'un cas particulier) est certainement formé d'une onde et d'un grain, auquel on a réservé le nom de « photon ».

Il ne serait pas juste de continuer notre voyage dans la région de l'ouest sans mentionner au moins les noms de certaines autres grandes universités des Etats du centre et quelques-uns de leurs professeurs : Cornell University, à Ithaca (E. Merritt, F. K. Richtmyer) ; Washington University, à Saint-Louis (A. L. Hughes) ; les States Universities de Michigan (H. M. Randall et autres), de Wisconsin (C. E. Mendenhall), d'Illinois, d'Ohio, d'Iowa (G. W. Stewart, J. A. Eldridge), de Minnesota (H. A. Erikson, J. T. Tate), et beaucoup d'autres. La *Physical Review*, organe de l'American Physical Society et l'un des plus grands journaux de physique du monde, est édité à l'université de Minnesota par J. T. Tate.

Les Etats de l'ouest. — Sur la côte du Pacifique, il y a deux grands centres scientifiques, l'un groupé autour de San Francisco et l'autre autour de Los Angeles, deux villes aussi éloignées de New York et de Boston qu'elles-mêmes le sont de Paris.

Le centre le plus au nord de cette côte du Pacifique comprend l'université d'Etat de Californie, l'université Leland Stanford et l'observatoire Lick. Dans la première, R. T. Birge analyse les spectres de bandes, et L. B. Loeb le mouvement des ions dans les gaz. Là aussi, G. N. Lewis a développé l'hypothèse de l'octet : suivant cette théorie, deux atomes sont spécialement aptes à se combiner l'un avec l'autre si cette opération peut créer, pour chaque atome, une couche

extérieure de huit électrons. C'est ainsi que l'atome de chlore contient, dans sa couche extérieure, sept électrons. Dans l'atome de sodium, la couche extérieure ne comprend qu'un électron et la couche sous-jacente en renferme huit. Quand les atomes se combinent, l'électron solidaire extérieur de l'atome de sodium quitte ce dernier et complète à huit la couche extérieure de l'atome de chlore. Ainsi, chacun des deux atomes aura sa couche extérieure composée de huit électrons ; c'est pourquoi ces deux corps ont tant d'affinité l'un pour l'autre. D. L. Webster continue, à l'université de Stanford, ses recherches sur les spectres de rayons X et les processus d'absorption et d'émission de ces mêmes rayons.

Le centre du sud est situé dans la ville connue actuellement, à travers le monde, comme la capitale de l'industrie cinématographique, chose qui, dans une centaine d'années, sera probablement considérée comme beaucoup moins importante que l'existence de l'observatoire solaire du mont Wilson (C. E. Hale, directeur) et du California Institute of Technology, fondés, l'un et l'autre, pendant les premières années du xx^e siècle. Sans parler du travail principalement astronomique de l'observatoire, il a bien mérité de la physique pure par les recherches de A. S. King et d'autres sur les spectres de lignes des atomes, rendus lumineux par une excitation électrique et thermique d'intensité soigneusement graduée, et par les observations de C. E. St. John sur le déplacement des raies du spectre solaire vers le rouge, ce qui est l'un des fondements de la relativité généralisée d'Einstein. En outre, beaucoup de travaux de Michelson, Russell et d'autres savants des universités de l'est ont, depuis peu, été faits au mont Wilson ou à proximité, grâce à l'hospitalité de l'observatoire et de l'institut.

Le département de physique du California Institute of technology fut organisé par le célèbre R. A. Millikan, immédiatement après la guerre. Millikan, avec I. S. Bowen, ont exploré, dans ces laboratoires, le spectre des atomes multiplement ionisés, atomes qui, dans des décharges électriques violentes auxquelles ils sont soumis, ont perdu deux, trois et jusqu'à sept des électrons qu'ils possèdent normalement ; ces spectres sont très importants pour les théoriciens qui s'occupent des lois générales de la structure des atomes. Là et

dans d'autres Etats de l'ouest, Millikan a étudié la radiation pénétrante provenant probablement des étoiles éloignées ou des nébuleuses, qui maintiennent l'atmosphère dans un état d'ionisation modérée, mais continue ; il l'a mesurée sur les sommets des montagnes, dans les couches supérieures de l'air, au moyen de ballons, et dans les fonds des lacs des montagnes, purs et profonds. Plusieurs mesures, pour éprouver les fondements de la relativité, ont été faites à l'Institut et au mont Wilson ; celles de D. C. Miller sont les plus généralement connues.

Le Canada. — Parmi les autres contrées de l'hémisphère ouest, le Canada possède diverses universités et centres de recherches, dont deux, au moins, doivent être mentionnés. A l'université de Toronto, J. C. Mc Lennan a dirigé ses recherches dans différentes branches de la physique, notamment les spectres de lignes des éléments (dans la région comprise entre la lumière et les rayons X) ; récemment, il a réussi à produire les lignes principales du spectre de l'aurore boréale dans son laboratoire, en excitant le gaz oxygène dans certaines conditions particulières. A l'université Mc Gill (A. S. Eve, directeur du laboratoire de physique, à Montréal), des photographies superbes de l'effet Stark (le remplacement d'une ligne simple du spectre par un groupe de plusieurs quand la source lumineuse est soumise à un champ électrique intense) ont été faites en grand nombre par J. S. Foster, qui débuta, dans ce genre de recherches, à l'université Yale, à Newhaven (Etats-Unis). Les physiciens canadiens sont affiliés à l'American Physical Society, et il n'y a pas de frontière intellectuelle entre les deux nations.

Conclusion. — Le lecteur aura pu noter que nous avons omis de parler des recherches de physique théorique. Il faut convenir que, dans cette branche, les Etats-Unis ne peuvent pas prétendre rivaliser avec les grandes nations d'Europe durant les vingt dernières années. Toutefois, il existe beaucoup de physicomathématiciens en Amérique ; il arrive, comme en Europe que plusieurs des théoriciens d'après la guerre, J. H. van Vleck, J. C. Slater, G. Breit, C. T. Eckart et d'autres, rivalisent déjà avec leurs confrères plus âgés : L. Page, R. C. Tolman, A. C. Lunn, L. Silberstein et d'autres. Il faut aussi

noter ceux qui ont porté la théorie des circuits électriques à un grand état de développement, comme G. A. Campbell et J. R. Carson. Il faut espérer que, dans les années qui vont suivre, quelque théoricien américain arrivera à attirer les étudiants européens dans son amphithéâtre, comme Bohr, Sommerfeld et Debye attirent maintenant les Américains dans les leurs.

INFORMATIONS.

Poste aérienne. — Une ligne aérienne Paris—Bordeaux—Biarritz, en liaison à Paris avec le service aérien Paris—Londres, a été ouverte au service postal le 21 juillet dernier. Les départs ont lieu le samedi de chaque semaine dans le sens Paris—Biarritz et le lundi de chaque semaine dans le sens Biarritz—Paris.

Chèques postaux français. — Les titulaires de comptes-courants postaux ont maintenant la faculté de se faire ouvrir, au bureau de poste de leur résidence, par prélèvement sur leur avoir disponible au bureau de chèques, un crédit à l'aide duquel ils peuvent effectuer, en tirant un chèque de virement au profit du receveur des postes, soit le paiement des valeurs à recouvrer et des envois contre remboursement qui leur sont présentés à domicile par le facteur, soit le paiement de leurs opérations ou redevances postales, télégraphiques ou téléphoniques, soit encore le retrait immédiat de fonds sans avoir à adresser préalablement des chèques nominatifs au bureau de chèques détenteur de leur compte-courant.

Transbordement de dépêches postales entre un dirigeable et un wagon postal ambulant en marche. — Après la récente réussite d'un échange de dépêches postales entre un dirigeable et un paquebot en marche, voici maintenant qu'on vient de réussir le même genre d'opération entre un dirigeable et un wagon ambulant postal circulant sur une voie ferrée américaine. Cette prouesse a été accomplie au voisinage de Belleville (Illinois) par un dirigeable militaire, du type C, de 64 mètres de longueur. Dès que le train, marchant à une vitesse de 48 kilomètres à l'heure, fut en vue, le dirigeable manœuvra de manière à s'approcher du wagon postal tout en volant parallèlement à la voie ferrée. Il descendit ensuite assez bas pour qu'un des hommes de l'équipage pût faire passer le sac de

dépêches à l'agent des postes en faction à la porte du wagon ambulant. Une telle opération est facilitée par ce fait que les wagons postaux américains n'ont pas de portières à battant s'ouvrant de l'intérieur vers l'extérieur, mais seulement des portes à glissières. Il est bon de rappeler, à ce propos, qu'il est d'usage assez répandu, sur les ambulants américains, de livrer ou de saisir au passage les dépêches à destination ou en provenance de certaines gares brûlées par les trains directs. Aussi les portières du wagon postal restent-elles ouvertes longtemps, et souvent pendant la marche du train, ce qui ne saurait avoir lieu sans danger dans le cas de portes à battant (*Deutsche Verkehrs-Zeitung*).

Trafic radiotélégraphique direct entre l'Amérique et l'Australie. — Le 15 juin dernier, a été inauguré, entre l'Amérique et l'Australie, une liaison radiotélégraphique directe. Auparavant, le trafic entre ces deux pays devait transiter par Londres, tandis que maintenant il existe une liaison directe entre Montréal et Melbourne, qui permet d'écouler également le trafic en provenance ou à destination des Etats-Unis. Les taxes des télégrammes acheminés par cette voie ont été réduites de 10 %. A ce service, participent de concert la Radio corporation of America et la Marconi company du Canada. (*Deutsche Verkehrs-Zeitung*).

Renseignements statistiques sur l'exploitation postale en Suisse en 1927 (Extrait du rapport de gestion de l'administration des Postes suisses). — L'exercice écoulé se distingue par une augmentation soutenue du trafic dans toutes les branches du service, mais plus particulièrement forte en ce qui concerne les voyageurs, dont le nombre s'est accru d'environ 30 % par rapport à l'année précédente. Ce résultat est dû en partie à ce que l'automobile a remplacé la traction animale sur nombre de petites lignes ; mais cela ne suffit pas à l'expliquer entièrement. Il est d'autant plus remarquable, que l'automobile privée fait actuellement à la voiture postale une concurrence peut-être plus forte encore qu'au chemin de fer. Si, malgré cela, le trafic des courses postales accuse cet accroissement réjouissant, la cause semble en être dans le fait que l'au-

tomobile avive considérablement le goût des voyages en général et en développe le nombre plus encore qu'on ne le suppose.

Le nombre des exemplaires de périodiques transportés à la taxe des journaux atteint 335 millions, en augmentation de 10 %, en chiffre rond, depuis 1924, c'est-à-dire depuis que cette taxe a été abaissée.

Comme conséquence du développement général du trafic, les recettes présentent, elles aussi, une ligne ascendante. Tous les mois accusent une augmentation sensible de ces recettes par rapport à l'année précédente. Elles furent, pour le premier semestre, de 2.227.079 francs ; pour le second, de 5.141.567 francs ; soit ensemble de 7.418.646 francs supérieures à celles de 1926.

Le produit des estampilles d'affranchissement vendues et des affranchissements en numéraire, qui en 1923 fut de 100 millions de francs en nombre rond, a augmenté dès lors, chaque année, dans la proportion suivante :

1927	1926	1925	1924	1924-1927 ensemble
6,04 %	1,87 %	2,25 %	5,80 %	15,96 %

Les autres recettes d'exploitation, dont le chiffre atteignit en 1923 environ 16 millions de francs, ont subi, comparées de la même manière, les augmentations et diminutions suivantes :

1927	1926	1925	1924	1924-1927 ensemble
8,56 %	— 2,45 %	6,17 %	11,53 %	23,81 %

Les fortes fluctuations des deux séries de chiffres ci-dessus montrent d'une manière frappante à quel point les recettes postales dépendent de la situation générale des affaires. Une différence en plus ou en moins de 1 % seulement représente déjà une augmentation ou une diminution de recettes de 1.360.000 francs. Comme de telles fluctuations sont difficiles à prévoir, il en résulte pour la poste, comme pour toute entreprise commerciale, l'obligation d'administrer très prudemment son ménage financier. Par là s'entend aussi, du moins si l'on veut maintenir le principe solide et sain que la poste doit se suffire, la constitution des réserves de sûreté nécessaires.

L'importante plus-value des recettes a permis de faire face entièrement à l'augmentation des dépenses d'exploitation, qui fut aussi très sensible. Cette augmentation est de 5.905.913 francs. Une

petite partie seulement de cette somme doit être attribuée aux dépenses nouvelles résultant du trafic plus fort, tandis que la plus grosse part provient des dépenses extraordinaires pour le personnel, représentées d'abord par le relèvement périodique des traitements qui eut lieu en 1927, puis par un accroissement des contributions destinées au service d'intérêt du déficit d'entrée de la caisse d'assurance. Ces dépenses extraordinaires font, à elles seules, un total de 4.312.565 francs.

Le coefficient d'exploitation, c'est-à-dire le chiffre des dépenses par 100 francs de recettes, a été le suivant pour les sept dernières années :

1927	1926	1925	1924	1923	1922	1921
88,98	89,52	90,57	91,28	95,31	102,61	115,29

Ce coefficient peut être considéré comme normal ; il correspond aux conditions caractéristiques de l'exploitation postale, laquelle exige beaucoup de bras mais n'a pas besoin, par contre, de capitaux d'exploitation très élevés.

Le compte d'exploitation accuse un excédent de recettes de 14.977.829 francs, contre 13.465.096 francs en 1926.

Comparés par semestres, les résultats d'exploitation se présentent comme il suit :

	Excédents annuels.	Excédents du 1 ^{er} semestre.
1923	5.442.867	—1.227.154 = —22,5 %
1924	10.796.900	1.770.315 = 16,4 %
1925	11.976.522	1.708.074 = 14,3 %
1926	13.465.096	3.298.748 = 24,5 %
1927	14.977.829	2.906.099 = 19,4 %

	Excédents du 2 ^e semestre.	Différence en faveur du 2 ^e semestre.
1923	6.670.021 = 122,5 %	7.897.175
1924	9.026.585 = 83,6 %	7.256.270
1925	10.268.448 = 85,7 %	8.560.374
1926	10.166.348 = 75,5 %	6.867.600
1927	12.071.730 = 80,6 %	9.165.631

Le compte de profits et pertes présente, pour la Caisse d'Etat, après déduction des postes débiteurs, un bénéfice net légèrement supérieur à celui de l'année précédente. Les sommes ainsi versées à

titre de bénéfices du service des postes ont été, ces cinq dernières années, de :

1927	1926	1925	1924	1923
5.920.178	5.504.301	4.649.089	3.973.159	341.212

Les principaux postes débiteurs du compte de profits et pertes, portés en déduction de l'excédent du compte d'exploitation, sont :

	1927	1926
Intérêts des capitaux dus au département des finances et placés sur bâtiments et objets d'inventaire	1.621.846 ^f	1.867.273 ^f
Prélèvement ordinaire pour le compte d'amortissement	2.753.843	2.001.033
Prélèvement extraordinaire pour le compte d'amortissement des bâtiments	3.000.000	3.500.000
Versement au fonds de réserves.....	1.754.181	1.389.759

Renseignements statistiques sur l'exploitation télégraphique et téléphonique en Suisse en 1927 (Extrait du rapport de gestion de l'administration des Télégraphes et des Téléphones suisses). — Le trafic intérieur présente le même développement que l'année dernière : il a augmenté au téléphone et fléchi au télégraphe. Le recul incoercible du nombre des télégrammes intérieurs ressort des chiffres suivants, exprimés en millions :

1927	1926	1925	1924	1923	1922	1921	1870
0,98	1,02	1,14	1,21	1,24	1,35	1,66	1,13

Le trafic télégraphique international, lui, se présente sous un jour plus favorable ; il marque une légère avance, aussi bien dans les relations Suisse—étranger et vice versa, que dans les relations de transit. Grâce à ce fait, le trafic télégraphique, pris dans son ensemble, accuse, par rapport à l'année précédente, une petite augmentation de 2,15 %, le trafic de la Marconi-Radio-Station, S. A., Berne, étant compris dans ce chiffre. Le produit brut est de 146.925 francs supérieur à celui de 1926.

Le trafic téléphonique, en revanche, s'est fortement développé. L'augmentation des abonnés au téléphone a porté sur 9.773 raccordements principaux. 5.480 abonnés, il est vrai, ont résilié leur contrat ; mais ils ont été remplacés par 15.253 nouveaux abonnés. Si l'on table sur un effectif de 100.000 abonnés, chiffre qui a été quelque

peu dépassé en 1919, on obtient, en pour-cent ou en milliers, les augmentations annuelles suivantes :

							ensemble
1927	1926	1925	1924	1923	1922	1921	1921-1927
9,77	7,93	7,71	7,74	8,42	5,92	8,04	55,53

Le trafic téléphonique intérieur a suivi une progression parallèle à l'accroissement du nombre des abonnés. En prenant pour base le trafic de 1918, année où il a été échangé 100 millions de conversations, on obtient, en pour-cent ou en millions, les augmentations annuelles suivantes :

							ensemble
1927	1926	1925	1924	1923	1922	1921	1921-1927
13,53	8,49	7,21	11,84	7,87	7,59	—2,64	53,80

Ce développement du trafic permet de conclure avec certitude que le produit brut de l'exploitation téléphonique augmente constamment. Exprimées en millions de francs, les augmentations annuelles ont été les suivantes :

							ensemble
1927	1926	1925	1924	1923	1922	1921	1921-1927
3,04	3,02	2,76	2,63	2,57	1,50	3,53	19,05

Le coefficient d'exploitation, c'est-à-dire le pour-cent des dépenses d'exploitation par rapport aux recettes d'exploitation, était :

	en 1927	1926	1925	1924	1923	1922	1921
au téléphone, de ..	47,57	45,53	46,38	46,74	48,98	52,56	55,07
au télégraphe de ..	103,75	108,37	135,03	138,25	148,03	147,17	130,81
Total	53,53	52,49	55,25	58,24	60,33	64,09	68,51

Le compte d'exploitation, télégraphe et téléphone ensemble, se solde par un excédent de recettes de 30.953.099 francs, contre 30.814.074 francs en 1926.

En regard de cet excédent, figurent, comme postes débiteurs principaux, au compte de profits et pertes, les intérêts du capital de dotation et les versements au compte d'amortissement. L'accroissement constant du capital de dotation se manifeste par une augmentation des charges d'intérêt. Celles-ci se sont élevées, en millions de francs, à :

1927 (5,5 %)	1926 (5,5 %)	1925 (5,5 %)	1924 (4,5 %)	1923 (5 %)	22 (5 %)
13.152	12.724	11.781	9.141	9.519	9.092

Les versements annuels au compte d'amortissement ont exigé les sommes suivantes, exprimées en millions de francs :

15.108 17.154 14.532 14.688 13.917 12.511

Après déduction de toutes les charges, le compte de profits et pertes se solde par un bénéfice net de 2.599.359 francs, contre 1.999.667 francs en 1926. Ce solde actif passe au compte d'Etat.

Le compte de résultats, établi séparément pour les deux branches de service, présente, pour le téléphone, un bénéfice de 4.283.074 francs, contre 3.697.020 francs en 1926, et, pour le télégraphe, un déficit de 1.683.715 francs contre 2.312.009 francs en 1926.

Les sommes qu'exigent les installations nouvelles excèdent toujours encore le montant des versements annuels au compte d'amortissement. Il en est résulté un nouvel accroissement de la valeur nette d'établissement, ce que démontrent les chiffres suivants, exprimés en milliers de francs :

	1927	1926	1925	1924
Valeur de premier établissement....	391.961	377.180	348.031	320.362
Situation du compte d'amortissement.	128.580	123.268	113.970	103.506
Valeur nette d'établissement	263.381	253.012	234.061	216.856
Viennent s'y ajouter les sommes suivantes, engagées dans les approvisionnements de matériel.....	12.590	15.974	16.884	18.819
Le capital de dotation grevé d'intérêts se montait à	270.638	267.695	245.250	235.558

La plus importante dépense d'établissement qui ait été faite en 1926 provient du renouvellement des installations téléphoniques de Zurich, qui, vieilles et usées pour la plupart, ont été totalement agencées selon le système automatique rotary.

États statistiques de la production, du transport et de la distribution de l'énergie électrique en France en 1926 (extrait du rapport établi par le Comité d'électricité). — Le principe de cette statistique est de constater, pour chaque réseau, *d'une part les entrées* d'énergie provenant soit d'usines productrices, soit d'autres réseaux, et *d'autre part les sorties* d'énergie soit livrée à d'autres réseaux, soit consommée par la clientèle.

Il est intéressant de comparer ces nombres à ceux de 1923 ; mais il ne faut pas perdre de vue que la statistique de 1923 est assez sujette à caution.

L'augmentation *annuelle moyenne* entre 1923 et 1926 est de :

pour la puissance installée en usines thermiques.....	11,5 %
pour la puissance installée en usine hydraulique.....	9 %
pour la puissance normale disponible des usines hydrauliques.....	7 %
pour l'énergie produite par les usines thermiques	15 %
pour l'énergie produite par les usines hydrauliques	11 %
pour la puissance installée totale.....	11,4 %
pour l'énergie produite totale.....	13,6 %

L'utilisation (en heures par an) a suivi les variations suivantes :

	1923	1926
Utilisation de la puissance installée thermique.....	1265	1420
Utilisation de puissance installée hydraulique.....	2639	2780
Utilisation de la puissance normale disponible hydraulique..	4742	6200

On vérifie naturellement que les puissances des usines thermiques ont augmenté plus vite que celles des usines hydrauliques, que l'utilisation générale des centrales s'est améliorée, l'utilisation des usines thermiques ayant peu varié, tandis que l'utilisation de la puissance normale disponible des usines hydrauliques marquait un progrès considérable en passant de 4.742 heures à 6.200 heures. Il est vrai que l'année 1926 a été une bonne année au point de vue du débit des cours d'eau.

La statistique donne également les longueurs de lignes par catégories :

1 ^{re} catégorie (basse tension).....	73.336 km
2 ^e catégorie (au dessous de 52.000 volts entre phases)	89.276
3 ^e catégorie (au dessus de 52.000)	7.790
	170.402 km

Les livraisons (1) d'énergie sur les réseaux à haute tension se sont donc élevées, par kilomètre de ligne à haute tension, à :

$$\frac{8.124.000.000}{97.066} = 83.700 \frac{\text{kWh}}{\text{km HT}} .$$

1. En comprenant toute l'énergie qui passe par les réseaux à haute tension et en particulier celle qui est utilisée après transformation en basse tension.

Les livraisons d'énergie en basse tension se sont élevées, par kilomètre de ligne à basse tension, à :

$$\frac{1.884.000.000}{73.336} = 25.700 \frac{\text{kWh}}{\text{km BT}} .$$

Enfin la consommation par habitant peut être caractérisée par les chiffres suivants :

Consommation totale par habitant, desservi ou non, en comptant l'énergie livrée par les réseaux et celle qui est consommée sur place par les usines atteintes par la statistique, c'est-à-dire toutes les usines hydrauliques et les usines thermiques connectées à un réseau :

$$\frac{11.707.000.000}{40.743.000} = 288 \text{ kWh/hab.}$$

Consommation totale par habitant desservi ou non, en ne comptant que l'énergie livrée par les réseaux (pertes non comprises), quel que soit l'usage de cette énergie :

$$\frac{6.447.000.000}{40.743.000} = 158 \text{ kWh/hab.}$$

Consommation totale par habitant desservi ou non en ne comptant que l'énergie distribuée par des réseaux pour des usages autres que l'électrochimie et la traction :

$$\frac{5.374.000.000}{40.743.000} = 132.$$

Consommation en basse tension par habitant de la population desservie (1) :

$$\text{lumière : } \frac{1.046.000.000}{30.220.000} = 34.5 \text{ kWh/hab,}$$

$$\text{force : } \frac{838.000.000}{30.220.000} = 27.8 \text{ kWh/hab,}$$

$$\text{lumière et force : } 62.3 \text{ kWh/hab.}$$

1. Population des communes sur le territoire desquelles il existe une distribution d'énergie, quel que soit le pourcentage de la population desservie.

D'autre part, on nous a communiqué la statistique suivante :

1^{er} janvier 1927. 1^{er} janvier 1928.

Nombre de communes n'ayant aucune distribution.....	19.775	16.747
Population des communes.....	9.679.828	7.959.486
Nombre total de communes en France.	37.981	
Population totale	40.743.851	

BIBLIOGRAPHIE.

Post-Betriebsmechanik, par Hans Schwaighofer (Munich).
Wittenberg Bz. Halle, A. Ziemsen, 1928. 2 volumes de 428 et 438 pages, avec nombreuses illustrations. — Prix des deux volumes reliés : 25 marcs.

Depuis quelques années, on étudie de plus en plus activement dans tous les pays la question de la mécanisation du service postal, et cela pour de multiples raisons, d'ordre économique, technique et social. Jusqu'à présent, cette question n'avait été traitée que partiellement et de façon résumée dans des mémoires parus dans diverses revues techniques ; il manquait un exposé complet et à jour auquel pussent se reporter aisément les techniciens intéressés. L'ouvrage que nous présentons aujourd'hui aux lecteurs des Annales comble cette lacune de façon très heureuse.

Voici quelles sont les grandes divisions de cet ouvrage :

Tome I^{er} : Chapitre I^{er} : Application générale des principes fondamentaux de l'exploitation scientifique dans le service postal ; exemples. Question des dépenses.

Chapitre II : Aperçu sur l'introduction des machines dans le service des postes et des télégraphes des grandes villes.

Chapitre III : Éléments de construction de la technique des moyens de transport pour la mécanisation à l'intérieur des grands bureaux de poste.

Chapitre IV : Indications sur les systèmes de petit transport dans le service des télégraphes, téléphones, d'express et de chèques postaux des grandes villes.

Chapitre V : Renseignements techniques pour l'installation des bureaux postaux dans les gares ; résultats économiques des mesures concernant la construction et l'exploitation.

Tome II : Chapitre I^{er} : Exemples de mécanisation tirés de la pratique moderne de l'administration postale d'Allemagne.

Chapitre II : Exemples particuliers tirés des essais de mécanisation faits à l'étranger.

Ce second volume donne de nombreux exemples d'installations réalisées en Allemagne, en Amérique, en Angleterre, en France, en Norvège, en Suède et en Suisse. Partout, on en est encore plus ou moins à la période d'essais et de tâtonnements. C'est pourquoi la lecture de cet ouvrage, qui constitue une vue d'ensemble de l'état actuel de la technique, enrichie de l'expérience personnelle de l'auteur, ne saurait manquer d'intéresser au plus haut point les fonctionnaires du service postal. Ils y trouveront, en outre, de nombreuses discussions et d'importants calculs de l'auteur lui-même qui n'ont jamais été publiés nulle part ; des descriptions d'installations analogues dans les chemins de fer et l'industrie ajoutent encore à l'intérêt de cet ouvrage, qui sera consulté avec fruit par tous les techniciens des installations de transport.

P. M.

Protection contre les effets nuisibles de l'électricité,
par F.-G. DE NERVILLE, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes,
professeur à l'Ecole nationale des ponts et chaussées, et A. Hardy,
ingénieur des Postes et Télégraphes.

Les auteurs se sont proposé de signaler à quels dangers ou à quels désagréments on peut se trouver exposé du fait de l'électricité, et quelles mesures, presque toujours simples, sont à appliquer pour s'y soustraire.

Le plus grave des dangers à envisager est l'électrocution plus ou moins complète des personnes qui touchent des conducteurs sous tension alimentés. Les effets physiologiques de l'électricité ont donné lieu à de nombreuses constatations et à des études systématiques, dont les plus importantes semblent être celles des docteurs d'Arsonval, Prévost et Batelli, Jellinek, Weiss,... Si les conclusions de ces études sont quelque peu discordantes quant au côté physiologique du problème, elles conduisent néanmoins à préconiser un certain nombre de mesures de sécurité, et font ressortir l'efficacité des mé-

thodes de la traction rythmée de la langue et de la respiration artificielle pour ramener à la vie les personnes foudroyées.

La protection contre la foudre est un vaste sujet d'études : les idées les plus différentes ont cours en ce qui concerne la nature des décharges de foudre, leur intensité ou leur tension ; toutefois, sans que l'on puisse peut-être le justifier rationnellement, on a établi un ensemble de dispositifs de protection, soit des batiments (paratonnerres), soit des réseaux de conducteurs électriques et des installations qu'ils desservent, soit des installations électriques industrielles, qui ont paru, à l'épreuve des circonstances, montrer quelque efficacité.

Les installations électriques domestiques, à basse tension, sont l'origine d'un grand nombre d'accidents graves lorsqu'elles sont incomplètement isolées et que les usagers commettent certaines imprudences, comme celle de les toucher alors que leur corps n'est pas isolé du sol. Des accidents semblables peuvent se produire dans les usines et autres postes électriques. Le contact direct de fils nus est, de toute évidence, plus dangereux encore. Ainsi des mesures spéciales de sécurité doivent être prises dans la construction et lors de l'installation de toute machine ou canalisation électrique. En outre, le voisinage de lignes ou d'installations à haute tension peut rendre dangereuses des installations non-dangereuses par elles-mêmes, si des précautions particulières ne sont prises pour empêcher les contacts éventuels, et empêcher les courants ou tensions exagérés par suite de contact ou d'induction.

Les courants telluriques, d'une part, et d'autre part les courants continus qui, provenant d'installations électriques non-isolées, s'échappent à travers le sol, ont tendance à se dériver dans les canalisations métalliques enfouies dans la terre : ceci est l'origine, notamment, des corrosions électrolytiques dont sont affectés les conduites d'eau et de gaz, les câbles téléphoniques. Une abondante documentation a pu être réunie sur ce sujet.

Il est bien connu que le voisinage des lignes d'énergie est susceptible d'apporter des troubles à l'exploitation des lignes de télécommunications, et même de mettre en danger le personnel qui les exploite : un des premiers problèmes (peut-être le plus difficile) qui

se soient posés, a été d'assurer le fonctionnement du télégraphe à proximité de lignes de traction monophasée sans vouloir consentir à modifier l'exploitation des fils télégraphiques. De nombreux inventeurs ont proposé des solutions, plus ou moins élégantes ou efficaces, de ce problème. Quant au problème de la détermination des effets perturbateurs dues au voisinage des lignes d'énergie, il semble n'avoir reçu de solution suffisamment simple et précise que depuis peu d'années, lorsque l'on a laissé résolument de côté toute l'algèbre inutile et maladroite que l'Amérique avait, à grands frais, accumulée à ce sujet : la partie de l'ouvrage consacrée à ce problème a malheureusement été rédigée quelques années trop tôt. Une importante réglementation a été établie en France, notamment depuis 1906, quant aux conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les installations et distributions d'énergie électrique et aux règles administratives auxquelles sont soumises ces distributions. D'autre part, l'Union des syndicats de l'électricité a codifié, en quelque sorte, les règles suivant lesquelles doivent être établies certaines installations.

Tels sont les points principaux abordés dans leur ouvrage par MM. de Nerville et Hardy, avec une remarquable clarté, une abondante et précise documentation.

L.-J. C.

Accidents et dangers de l'électricité, par le docteur Paul Duhem, électro-radiologiste des hôpitaux de Paris. Paris, Gauthier-Villars, 1928. 1 vol. in-16 de 74 pages, avec 7 figures.

Ce petit volume résume toute une importante documentation et expose d'une façon claire et attachante les renseignements que l'on a recueillis de tous côtés sur les accidents électriques. Il s'adresse plus particulièrement au monde médical, mais intéressera aussi bien les électriciens. Signalons, par exemple, une curieuse étude sur « le rôle de l'attention » (p. 42), d'après laquelle le courant serait moins dangereux pour une personne en état d'attention que pour une personne surprise ; cette circonstance expliquerait l'immunité de certains ouvriers électriciens, que chacun de nous a pu observer, surtout si ceux-ci présentaient en même temps une haute résistance électrique. Retenons enfin et faisons savoir autour de nous que « la

mort par électrocution n'est le plus souvent qu'une mort apparente, et que, tant que ne sont pas apparus chez une victime les signes certains de la mort, les manœuvres de sauvetage doivent être poursuivies ».

P. L. C.

Le chef mécanicien-électricien, par A.-E. BLANC, ingénieur électromécanicien. *Tome IV : Electricité générale*. Paris, Desforges et Girardot, s.d.. 1 vol. in-16 broché de 607 pages, avec 230 figures. — Prix : 45 francs.

Après l'étude des phénomènes et des lois de l'électricité, l'auteur étudie les mesures, les piles et les transformateurs, puis les dynamos et alternateurs, pour arriver ensuite à l'utilisation des courants : éclairage, distribution de l'électricité et télécommunication. Ce volume, d'un caractère élémentaire, est écrit dans un style parfois étrange. Après quelques hésitations, nous ne pouvons résister à l'envie de citer le passage suivant, extrait du paragraphe 1.004, page 257 :

Le docteur Frölich, d'autre part, a présenté la proposition suivante qu'on utilise dans les calculs du genre :

« Toute grandeur électrique (intensité dans une partie quelconque du circuit, f. e. m., d. d. p.) est égale à la différence de deux grandeurs de même nature, dont l'une correspond à 1 pour le magnétisme, et l'autre à la production $\frac{1}{2}$ du magnétisme », ce qui n'est pas sans analogie frappante avec le bien connu théorème du travail utile maximum.

Cette proposition est d'ailleurs complétée par ce corollaire : « Toute grandeur électrique simple équivaut à la différence entre deux grandeurs de même nature, dont l'une dépend uniquement de l'induit et l'autre des inducteurs. »

L'énoncé seul de ces deux parismes indique une grande simplicité de fond dans le fonctionnement intimement lié au jeu des actions et des réactions provenant de l'induit et de l'inducteur.

Ce qui n'empêche pas l'ouvrage de contenir bon nombre de renseignements utiles.

P.L.C.

Le gérant :

HENRI DÉVÉ.

ESSAI SUR LA NATURE DU RÔLE DU VAGUEMESTRE,

par Ch. THOLLON-GILS,
chef de bureau des Postes et Télégraphes.

Notions historiques et réglementaires. — *Vaguemestres militaires.* — On appelle *vaguemestre* un sous-officier, parfois même un caporal ou un simple soldat, officiellement chargé, par un ordre écrit de son chef de corps ou de détachement, de servir d'intermédiaire entre la poste et la formation à laquelle il appartient.

Il est assez malaisé de déterminer à quelle époque exacte remonte cette institution. Etymologiquement, le vocable « vague-mestre », de l'allemand « Wagenmeister », signifie : maître des voitures. C'est en effet au ^{xvii}^e siècle que ce nom commença d'être donné, dans l'armée française, à des officiers chargés de la conduite des équipages. Bientôt il y en eut un par régiment, choisi parmi les sergents (Ord. du 17 février 1753). Le transport des lettres et le service de la poste furent tout naturellement placés sous leur direction, leur situation intermédiaire leur permettant d'assurer aisément la liaison entre les corps de troupe et les bureaux de poste des armées. Aussi le titre de vague-mestre fut-il également donné aux représentants des vague-mestres d'équipages chargés des rapports avec la poste. C'est cette dernière signification qui a prévalu dans l'usage.

L'instruction de 1792 s'exprime ainsi : « Il est d'usage que les lettres ainsi que les articles d'argent adressés aux officiers et soldats soient remis aux vague-mestres ou facteurs des régiments ou bataillons. Cet usage continuera d'avoir lieu ».

Cette méthode fut rendue obligatoire par l'arrêté du comité de salut public du 27 vendémiaire an III. Le comité de salut public, « désirant maintenir aux défenseurs de la Patrie, la remise sûre et exacte des lettres et secours qui leur sont adressés », ordonna à

chaque corps de désigner un vaguemestre chargé de recevoir et de distribuer les lettres, aucun militaire, de quelque grade qu'il fût, n'ayant le droit de retirer personnellement les objets à son adresse ou à celle de son corps. Le service des vaguemestres militaires avait désormais existence légale et obligatoire.

Sous la restauration, on se préoccupa d'en préciser les détails de fonctionnement. Le règlement sur le service des postes militaires du 1^{er} mars 1823 (art. 62 à 65) prévoit que le vaguemestre sera muni d'une commission et de deux registres cotés et paraphés, l'un pour l'enregistrement des lettres chargées et des articles d'argent à remettre aux militaires, l'autre pour l'inscription des lettres chargées et des valeurs qui leur sont confiées pour être expédiées.

Depuis lors, l'ordonnance du 2 novembre 1833 (1) et les décrets successifs sur le service intérieur des corps de troupe n'ont cessé de réglementer avec précision les fonctions des vaguemestres militaires.

Il n'est nul besoin de s'appesantir sur le but de cette institution : elle est destinée à assurer la remise sûre et exacte des objets adressés aux militaires, tout en facilitant l'exécution du service postal, tant en ce qui concerne la distribution que les opérations de guichet.

Vaguemestres civils. — L'institution des vaguemestres civils remonte au règlement interministériel approuvé par décision du ministre de l'intérieur du 5 juillet 1855 et du ministre des finances du 11 du même mois (2). Auparavant, les instructions ne contenaient de dispositions qu'à l'égard des correspondances des prisonniers, qui devaient être remises au concierge de la prison ou « à quelqu'un avoué par lui » (3).

L'Instruction générale reproduit les prescriptions essentielles du règlement de 1855, qui n'a pas subi de modifications depuis sa mise en vigueur.

L'institution des vaguemestres civils, organisée exclusivement,

1. Instruction générale de 1876, p. 1039 et suiv..

2. Circulaire n° 42 du 15 août 1855. Voy. le texte du règlement de 1855 et celui de la circulaire aux préfets dans l'I.G. de 1876 (p. 1089 et suiv.).

3. Instruction générale de 1808, art. 79 ; Instruction générale de 1832, art. 528.

au début, pour le service des hôpitaux, des asiles d'aliénés, des hospices et des maisons de détention ou de dépôt, a été étendue, par simple décision administrative, aux lycées, collèges, séminaires, communautés religieuses ou autres collectivités de personnes.

La constitution d'un vaguemestre est obligatoire (les motifs en sont aisés à comprendre) dans les hôpitaux ou hospices civils, les asiles d'aliénés, les maisons de détention et de dépôt et les établissements pénitentiaires. Cet agent est choisi par le chef de l'établissement et sa nomination est soumise à l'approbation du préfet.

Elle est facultative, au contraire, mais toujours profondément utile, dans les autres établissements. Toutefois, s'il s'agit d'une collectivité privée, le chef de l'établissement doit déposer, à l'appui de la commission du vaguemestre, une pièce justifiant de sa qualité, ainsi qu'un engagement garantissant l'administration contre tout recours des expéditeurs ou des destinataires.

L'institution des vaguemestres civils, tout entière fondée sur le règlement de 1855, et sur des décisions administratives, ne repose donc pas sur une base légale. Dès lors, il est fait échec aux dispositions légales qui prescrivent, dans certains cas, des rapports directs entre l'administration et le destinataire ou son mandataire, le vaguemestre ne pouvant être considéré, ainsi que nous allons le voir, comme le fondé de pouvoirs du destinataire.

A ce sujet, on peut faire une remarque : l'institution des vaguemestres civils, il semble inutile d'insister sur ce point, est entrée complètement dans les mœurs sans jamais soulever la moindre critique ; le règlement de 1855 et les décisions qui ont suivi se sont bornés à régulariser administrativement, par des textes précis, des usages précédemment adoptés. Dès lors, n'assiste-t-on pas à la renaissance, pour une parcelle tout au moins, du droit coutumier ?

Nature du rôle du vaguemestre. De la responsabilité en matière de chargements délivrés par les vaguemestres. — Une première thèse consiste à dire que le rôle de l'administration des postes est terminé et sa responsabilité entièrement dégagée, lorsqu'elle s'est dessaisie des objets entre les mains du vaguemestre, de la même manière que s'il s'agissait d'un fondé de pouvoirs.

Cette théorie est basée sur le décret portant règlement sur le service intérieur des corps de troupe, où il est prévu que les vague-mestres sont responsables des objets qu'ils retirent à la poste ; sur les art. 2 et 15 du règlement de 1855, où il est spécifié que l'établissement qui l'a désigné est civilement responsable de son vague-mestre et que l'administration est dégagée de toute responsabilité par la remise des chargements entre les mains de ces intermédiaires ; et sur cette considération, que les vague-mestres sont des préposés d'autres administrations ou de collectivités, et que la poste n'a pas d'action sur eux ; enfin cette thèse s'appuie sur un avis du conseil d'Etat en date du 23 novembre 1867, qui considère : « qu'en exécution de « l'ordonnance du 2 novembre 1833 les vague-mestres sont com- « missionnés par l'autorité militaire et accrédités par elle auprès « de l'Administration des Postes pour recevoir, exclusivement à « toutes autres personnes, les lettres et valeurs déclarées destinées « aux officiers, sous-officiers et soldats de leur régiment ; qu'ils sont « ainsi les mandataires légaux et obligés de ces derniers ».

Cette doctrine paraît incontestable, mais pour des motifs différents, en ce qui concerne les objets recommandés autres que les lettres, puisqu'ils peuvent être remis soit au destinataire, soit à une personne attachée au service du destinataire ou demeurant avec lui (loi du 25 janvier 1873, art. 3). Or une interprétation raisonnable des termes de la loi conduit à affirmer que le vague-mestre peut être assimilé à la personne au service du destinataire ou demeurant avec lui.

Mais, pour les lettres recommandées ou les envois de valeur déclarée, il semble que la théorie qui vient d'être exposée ne repose pas sur des bases inébranlables.

Tout d'abord, il n'existe aucun lien de droit entre les expéditeurs et les administrations ou collectivités qui utilisent les vague-mestres. Ce lien existe, au contraire, entre les expéditeurs et la poste, du fait du contrat postal. C'est à elle et à elle seule que les intéressés ont à adresser leurs réclamations en cas de perte ou de spoliation, et elle seule est tenue d'y donner suite, sans pouvoir se substituer aucun tiers vis-à-vis d'eux, puisqu'elle n'est libérée, aux termes des lois en vigueur, que par la signature du destinataire ou de

son fondé de pouvoirs. Or, si l'on peut soutenir que le vaguemestre est le mandataire du chef de la collectivité qui l'a désigné et le mandataire de cette collectivité elle-même représentée par son chef, dans tous les autres cas, c'est-à-dire en ce qui concerne les individualités constituant la collectivité, le vaguemestre n'est à aucun degré le mandataire du destinataire, car il n'a pas été choisi par lui. C'est un intermédiaire qui lui est imposé, dont il n'a pas la possibilité de s'affranchir, même s'il ne possède plus sa confiance, et qui, par conséquent, ne se trouve pas dans la situation d'un mandataire vis-à-vis de son mandant⁽¹⁾. L'expression dont s'est servi le conseil d'Etat, « mandataire légal et obligé », paraît donc être en opposition absolue avec les principes du code civil.

D'ailleurs, si le vaguemestre était le fondé de pouvoirs du destinataire, ni la poste, ni l'administration ou la collectivité qui l'a constitué n'auraient à s'immiscer dans son service, pas plus que la poste ne s'ingère dans les rapports entre un mandataire et son mandant.

Dans la seconde théorie, le service des vaguemestres est considéré comme un prolongement du service postal, répondant assurément aux besoins spéciaux de l'armée et de certaines collectivités, mais aussi aux convenances de l'administration des postes, qu'il décharge gratuitement de la tâche d'assurer jusqu'au bout, par ses propres moyens, le contrat de transport conclu avec les expéditeurs. Il semble d'ailleurs plus conforme aux principes généraux du droit que l'administration des postes, suivant les termes de la loi, soit seule responsable vis-à-vis des ayants-droit. Cette administration n'est tenue, en effet, en vertu de son contrat, qu'au paiement d'une indemnité forfaitaire ou limitée, quel que soit le contenu de l'envoi. Les autres administrations ou collectivités et les vaguemestres, du fait même qu'ils ne sont pas parties contractantes, ne pourraient être mis régulièrement en cause que dans les termes du droit commun (art. 1382 du code civil) et devraient dès lors la réparation entière du préjudice causé. Il en résulterait cette conséquence étrange, que les expéditeurs poursuivant les vaguemestres ou leurs

1. Cf. art. 1984 et 2004 du code civil.

commettants pourraient recevoir, lorsqu'il semblerait que le détournement, la perte ou la spoliation s'est produit après la remise au vaguemestre, une indemnité beaucoup plus élevée que quand la faute paraîtrait avoir été commise pendant le transport par la poste.

Un des principaux arguments en faveur de la première thèse consiste à dire que les vaguemestres ne sont soumis à l'administration des postes par aucun lien de hiérarchie ni par aucun devoir de subordination, que ces agents agissent en vertu d'une autorité indépendante de la sienne et qu'ils dépendent exclusivement de leurs commettants.

Cet argument possède une valeur incontestable. Toutefois, une distinction s'impose. Pour les vaguemestres militaires, dont l'institution repose sur l'arrêté du Comité de salut public du 27 vendémiaire an III, et pour les vaguemestres civils dont la constitution est obligatoire en vertu du règlement des 5 et 11 juillet 1855, il est à considérer que l'administration ne peut récuser le vaguemestre désigné par l'autorité militaire ou administrative. En ce qui concerne les collectivités où la constitution du vaguemestre est facultative, l'argument a moins de vigueur, puisque l'institution de ce service spécial, sinon le choix du vaguemestre, est soumise à l'autorisation du directeur. Au surplus, il convient de remarquer que, si la poste n'intervient pas pour le choix du vaguemestre, elle n'en exerce pas moins un certain contrôle sur son service. Les préposés non seulement ont un droit, mais ils ont un devoir de surveillance sur les vaguemestres. Dès lors, il est inexact de dire que le rôle de la poste est terminé quand elle s'est dessaisie d'un objet entre les mains d'un vaguemestre ; cette affirmation est d'autant moins exacte que le service postal doit reprendre et réintégrer les objets non-distribués par les vaguemestres pour une cause quelconque. Enfin il ne faut pas oublier que la poste, alors qu'elle n'exécute qu'une partie du contrat de transport, est seule à encaisser les droits de recommandation et d'assurance destinés à couvrir les risques.

Conclusions. — De cet exposé, il faut déduire, semble-t-il, que l'administration se trouve dans tous les cas responsable vis-à-vis des expéditeurs.

Est-ce à dire que les vaguemestres ne puissent jamais être mis pécuniairement en cause ? Evidemment non, car il reste à la poste la faculté, s'il y a eu faute commise, de se retourner en garantie soit contre eux, soit contre leurs commettants. Enfin l'expéditeur peut également, même après avoir reçu l'indemnité réglementaire, poursuivre le vaguemestre en restitution des objets volés, notamment lorsque leur valeur dépasse celle de l'indemnité reçue. Cette thèse trouve d'ailleurs un appui très net dans les conditions imposées au chef de tout établissement privé qui désire constituer vaguemestre. Pour obtenir cette autorisation, il doit, aux termes de l'Instruction générale, garantir l'administration contre tout recours des expéditeurs et des destinataires. Qu'est-ce à dire, sinon ce qui vient d'être exposé ? l'ayant-droit exerce son recours contre l'administration des postes, après quoi cette dernière appelle en garantie le chef de l'établissement, civilement responsable des actes de son vaguemestre.

Les vaguemestres d'hôtels. — Qu'il nous soit permis d'ajouter quelques mots à cette étude déjà longue, sur un sujet connexe, actuellement à l'ordre du jour : la question des vaguemestres dans les hôtels.

Si les règles relatives à la distribution des chargements entre les mains du destinataire ne présentent pas d'inconvénients particuliers dans les conditions ordinaires de la vie, il n'en est pas toujours ainsi pour les personnes en villégiature dans les stations balnéaires ou thermales. Assez souvent absentes au moment du passage des facteurs, de retour à l'hôtel après l'heure de fermeture des guichets, ces personnes éprouvent certaines difficultés pour recevoir les chargements qui leur sont adressés.

Aussi, de divers côtés, a-t-on demandé à l'administration de permettre aux directeurs des hôtels de constituer vaguemestre. La chambre nationale de l'hôtellerie française s'est montrée favorable à l'adoption de la mesure.

Cette faculté existe en Suisse ; il n'y a pas lieu de s'en étonner, du reste, l'hôtel étant l'industrie nationale de la Suisse. L'ordonnance d'exécution de la loi fédérale sur les postes suisses du 15 novembre

1910 prévoit que les envois recommandés ou avec valeur déclarée adressés à des personnes séjournant dans les hôtels, pensions, agences de voyages, etc..., peuvent, à défaut d'ordres contraires du destinataire, être remis au tenancier de l'hôtel, de la pension, au préposé de l'agence, etc..., ou à son fondé de pouvoirs si le premier s'engage par écrit à assumer toute responsabilité pour la livraison de l'objet au destinataire.

L'adoption en France de dispositions analogues n'est pas possible dans l'état actuel de la législation. On ne saurait, en effet, agir par simple décision administrative comme il a été procédé pour organiser le service des vagemestres civils dans les collectivités constituées, car il ne s'agit plus de consacrer dans le règlement des usages entrés dans les mœurs. Au surplus, aucune assimilation ne peut être établie entre ces groupements et la clientèle des hôtels. Nous reviendrons d'ailleurs sur cette idée.

Un texte de loi est donc nécessaire dans la circonstance. Il serait opportun de préciser, s'il est donné suite à l'étude entreprise, que les chargements ne pourront être remis au vagemestre qu'en l'absence de toute stipulation contraire de l'expéditeur ou du destinataire. Il convient, en effet, de remarquer que la situation est loin d'être la même que dans les collectivités de personnes pour lesquelles un vagemestre peut être actuellement constitué. Il existe dans ces établissements (lycées, communautés religieuses, etc...) un rapport étroit de subordination entre le chef de la collectivité et les membres qui en font partie. Par suite, on conçoit très bien que, pour des motifs de discipline, l'intermédiaire du vagemestre soit obligatoire. On ne trouve rien de semblable dans un hôtel : le directeur n'est en aucune manière le supérieur hiérarchique de ses clients ; l'administration ne saurait dès lors les contraindre à se plier à une règle qui ne leur agréerait pas. Pour des motifs analogues, on ne peut imposer aux expéditeurs, contre leur volonté, un intermédiaire entre eux et leurs correspondants. Dans les deux cas, le droit commun doit rester la règle, lorsque la volonté en est clairement manifestée. D'autre part, cette facilité nouvelle, dont les grands hôtels principalement pourront utilement faire bénéficier leur clientèle, ne devra pas présenter un caractère obligatoire. De même, l'administration devra se

réserver le droit de refuser l'autorisation nécessaire lorsque les références dont il y aura lieu de s'entourer ne paraîtront pas suffisamment établies. Enfin il conviendra, pour sauvegarder les droits de la clientèle et de l'administration, d'exiger du directeur de l'hôtel, préalablement à la délivrance de l'autorisation, l'engagement de garantir les expéditeurs et les destinataires contre la perte ou la spoliation de leurs envois.

LE SYSTÈME FONDAMENTAL DE RÉFÉRENCE

pour la transmission téléphonique, (1)

par P. CHAVASSE,
ingénieur des Postes et Télégraphes.

Toute technique parvenue à un certain point de développement et de perfectionnement demande à être soumise à un examen critique qui permette d'en préciser les bases et de préparer ainsi des développements ultérieurs. Une telle condition, déjà impérieuse quand cette technique traite de questions purement nationales, devient une nécessité absolue quand elle se rapporte aux relations internationales. Il devient alors indispensable de faire prévaloir une unité de vues et de doctrines qui facilite les discussions et échanges de vues entre techniciens et permette de poser un certain nombre de principes simples, rédigés sous la forme de règles universelles. Les considérations et les raisons de ce genre qui ont conduit à la création du système métrique et des étalons qui lui servent de base ont permis de mettre de l'ordre et de la clarté dans des questions où jusqu'alors régnait l'arbitraire ou la routine, toujours une très grande diversité, et de simplifier ainsi les échanges nationaux et internationaux. Une tendance analogue s'est manifestée en téléphonie, où les relations internationales et les études techniques ont pris un développement incomparable. Tous les techniciens ont senti la nécessité d'un organisme qui, sans prescrire d'ordres impératifs, puisse néanmoins donner des recommandations et des conseils qui sont en fait de véritables règles.

Cet organisme, en plein fonctionnement depuis quelques années, est le Comité consultatif international pour les communications

1. Conférence faite au Conservatoire national des arts et métiers le 1^{er} juin 1928, et publiée dans le *Journal télégraphique* de Berne (septembre et octobre 1928).

téléphoniques à grande distance, dont le secrétariat général est à Paris ; il réunit les représentants de vingt-six nations et tient ses assises une ou deux fois par an. Les prescriptions que ce Comité rédige, et perfectionne d'année en année, visent avant toute chose les dispositions administratives et techniques à prendre pour la construction et l'entretien des grands circuits internationaux. Mais les communications internationales ne peuvent être assurées dans de bonnes conditions que si les systèmes et appareils terminaux, récepteurs, microphones, sont eux-mêmes d'une qualité satisfaisante.

Afin d'illustrer ces considérations et de les rendre plus tangibles, il est peut-être utile de rappeler très brièvement les principes généraux de la technique et de l'exploitation des grands circuits téléphoniques. On sait que les abonnés sont munis d'un appareil microtéléphonique dit « à batterie centrale » parce que le courant continu qui l'alimente lui est fourni par une batterie d'accumulateurs placée au bureau central et commune à tous les abonnés d'un même secteur. Sous l'action des ondes sonores qui viennent frapper son diaphragme, le microphone devient le siège d'une véritable force électromotrice qui alimente à l'émission le circuit local de l'abonné.

Celui-ci étant relié, par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs bureaux dits urbains, au bureau interurbain et au circuit interurbain proprement dit, le courant produit par la force électromotrice du microphone se propage jusqu'au poste du correspondant demandé. Ce dernier est lui-même en connexion avec le circuit interurbain par un ensemble d'organes analogue.

La propagation du courant microphonique s'accompagne d'une diminution progressive et systématique d'intensité. On sait, en effet, que les deux conducteurs entrant dans la composition des circuits de connexion présentent, d'une part, une certaine résistance ohmique dépendant de la section des fils, d'autre part une très légère inductance due au flux électromagnétique embrassé, et enfin une certaine capacité mutuelle en relation complexe avec l'écartement des deux fils. L'ensemble des connexions réalisant une liaison téléphonique peut donc être schématiquement repré-

senté par la juxtaposition d'un très grand nombre de cellules analogues à la cellule représentée sur la figure 1.

On conçoit que, dans ces conditions, pour chaque fraction élémentaire de ligne, une certaine partie du courant produit par la source émettrice soit dérivée et ne parvienne pas à la station réceptrice. Si, d'une part, on désigne par I_e l'intensité du courant qui entre dans une telle cellule et par I_s celle du courant qui en sort, le rapport $\frac{I_s}{I_e} = \frac{1}{k}$ peut servir à caractériser la réduction d'intensité due à la présence de cette cellule élémentaire. Si, d'autre part, on suppose le circuit constitué par l'association bout à bout de

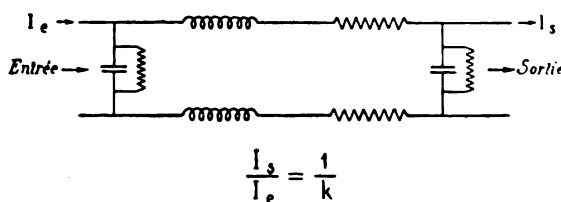


Fig. 1. — Cellule électrique schématisant la constitution d'un élément de circuit téléphonique.

n cellules identiques à la première, l'intensité du courant à l'extrémité réceptrice sera égale à la fraction $\frac{1}{k^n}$ de l'intensité mesurée à l'extrémité émettrice. Des développements mathématiques dans lesquels il n'est pas possible d'entrer ici conduisent à adopter uniformément pour k , soit le nombre e , base des logarithmes népériens ou naturels, soit le nombre 10, base des logarithmes décimaux, et à définir l'affaiblissement par l'exposant n . Cette représentation logarithmique offre en outre l'avantage de caractériser un circuit par un nombre qui est proportionnel à sa longueur et de tenir compte des propriétés sensorielles de l'oreille, qui suit, du moins dans une certaine mesure, la loi logarithmique de Fechner. Elle convient parfaitement aux mesures relatives aux appareils et aux circuits, en ce qu'elle permet d'obtenir l'affaiblissement b d'une série de sections de lignes homogènes par simple addition des affaiblissements individuels $b_1, b_2, \dots, b_n$ des parties composantes :

$$b = b_1 + b_2 + \dots + b_n.$$

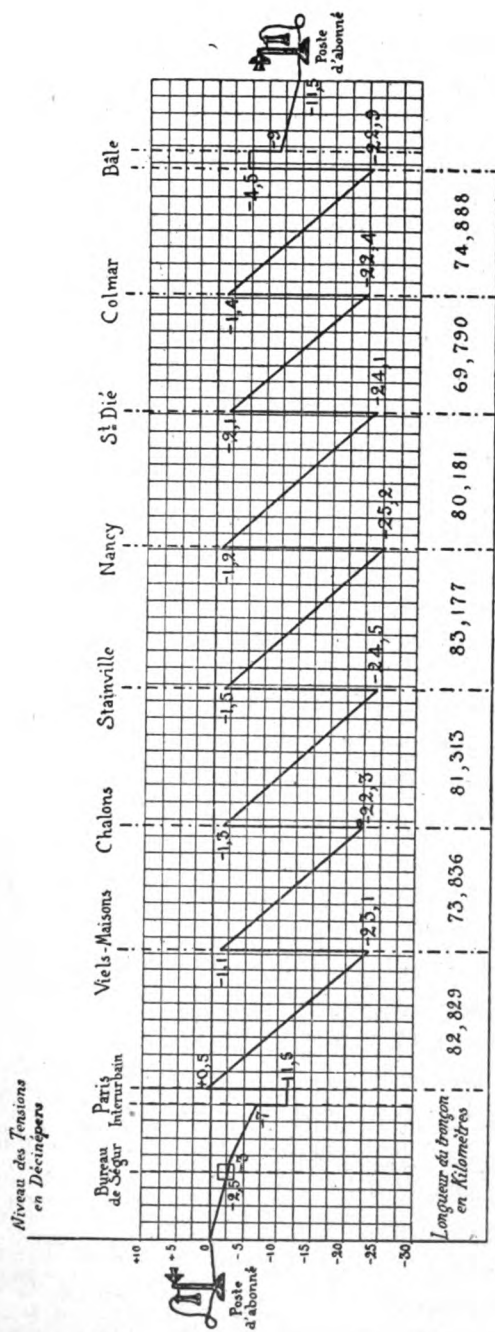


Fig. 2. — Variation du niveau des tensions le long d'un circuit Paris—Bâle.
(Tension initiale : 1V,5)

Il faut en outre ajouter que le nombre b peut, moyennant certaines hypothèses, se calculer directement à partir des caractéristiques physiques des circuits : résistance, capacitance, inductance, perte linéiques.

Les techniciens ont malheureusement été amenés à adopter deux unités : l'une, le *bel*, avec son sous-multiple le *décibel*, qui fait intervenir le logarithme décimal ; l'autre, le *néper*, avec son sous-multiple le *décinéper*, qui dérive directement du logarithme naturel ou népérien et qui est normalement introduit par les considérations théoriques relatives à la propagation des courants sur les lignes homogènes. Ceci revient à dire qu'un même affaiblissement, c'est-à-dire, en fait, un même rapport de deux intensités ou de deux tensions, s'exprimera par deux nombres N et N' , respectivement définis par les deux relations :

$$N \text{ décinépers} = 10 \operatorname{Log}_e \frac{I_e}{I_s},$$

$$N' \text{ décibels} = 20 \operatorname{Log}_{10} \frac{I_e}{I_s}.$$

La première notation est plus généralement en usage en Europe, moins cependant quelques pays qui, comme la Grande Bretagne, ont adopté la thèse américaine et se sont ralliés à la deuxième notation, en bels et décibels, qui est d'origine et de conception anglo-saxonnes.

Cette notation logarithmique permet la représentation facile de ce qu'on peut appeler le *diagramme* d'une transmission téléphonique. Pour illustrer ce fait, prenons, par exemple, le cas d'une communication téléphonique interurbaine Paris—Bâle entre un abonné de Strasbourg et un abonné au bureau de Ségur (fig. 2). Cet abonné, parlant devant le diaphragme de son microphone, produit, entre les bornes d'alimentation de l'appareil, une tension alternative, de forme extrêmement variable, mais dont nous admettrons, pour simplifier les idées, que la valeur efficace est de $1^{\vee},5$, ce qui correspond sensiblement à ce qui se passe en moyenne dans la pratique. Le courant, se propageant d'abord le long de la ligne de l'abonné, passe par le bureau de Ségur, puis, de là, empruntant ce qu'en langage téléphonique on appelle une ligne auxiliaire,

parvient au bureau interurbain, où commence la partie proprement interurbaine du circuit, dans laquelle sont placées, de distance en distance, des bobines d'inductance (souvent appelées bobines Pupin), dont le rôle est double :

1° réduire l'affaiblissement normal dû à la capacité kilométrique du circuit ;

2° atténuer sensiblement un autre effet très préjudiciable à la bonne qualité d'une communication, à savoir la *distorsion* ou inégalité d'affaiblissement des courants de diverses fréquences normalement transmises pour la bonne intelligibilité de la parole.

L'espacement de ces bobines est de 1.850 mètres environ. Enfin, de loin en loin, des amplificateurs à lampes triodes, dits *relais téléphoniques* ou encore répéteurs, compensent l'effet des sections du câble proprement dit et relèvent ce qu'on est convenu d'appeler le *niveau des tensions*. Le diagramme de la figure 2 permet d'illustrer ce langage un peu abstrait et de suivre en quelque sorte l'effet de la propagation du courant depuis le poste émetteur jusqu'au poste récepteur, en passant par les divers bureaux et stations, amplificatrices interposés.

Il va de soi que, toutes choses égales d'ailleurs, plus la tension aux bornes du microphone de départ est élevée et plus intense est le courant qui circule dans le récepteur à l'arrivée, donc meilleure est la communication. Il a même été permis de dire, il y a quelques années, que de très bons appareils microphoniques ou téléphoniques, c'est-à-dire parfaitement aptes à la transformation des vibrations acoustiques en oscillations électriques, permettaient de réaliser des économies sur le prix du circuit proprement dit, puisque, pour une qualité de transmission déterminée, il était possible d'être moins exigeant pour les propriétés transmissives de ce dernier et que, jusqu'à un certain point, celles-ci sont en relation avec le diamètre des conducteurs qui le constituent. Cette considération, très intéressante quand il s'agissait de lignes aériennes, a toutefois beaucoup perdu de sa valeur depuis la construction des câbles pupinisés. Il demeure toutefois toujours indispensable de disposer de bons appareils téléphoniques (les téléphonistes disent d'appareils « efficaces »), afin que les courants de conversation soient toujours,

et en tout point de la transmission, très supérieurs aux petits courants perturbateurs qui sont, malgré toutes les précautions prises, induits par des actions extérieures provenant, en particulier, des circuits voisins. Ce phénomène d'induction naturelle entre circuits est désigné sous le nom général de *diaphonie*, nom qui, par sa constitution, représente bien le trouble auquel il se rapporte.

La condition relative à l'efficacité des appareils téléphoniques qui vient d'être indiquée a pour corollaire immédiat la définition et la création d'un système de référence pour les appareils d'abonnés, système comportant, d'une part la création d'étalons micro-téléphoniques de comparaison, et d'autre part la mise au point d'une méthode et d'unités de mesures dites *téléphonométriques*. L'administration française, appliquant en cela les méthodes de l'office britannique, a, depuis plusieurs années, créé, au Service d'études et de recherches techniques des Postes et Télégraphes, une section de téléphonométrie.

Etalons de comparaison. — Les appareils utilisés comme

appareils de référence ou de comparaison sont des microphones Solid Back et des récepteurs Bell, d'une construction particulièrement soignée, et telle que leur efficacité demeure pratiquement constante dans le temps, ce qui est évidemment la première condition à requérir pour un étalon de base (fig. 3).



Fig. 3. -- Etalons téléphonométriques : microphone « solid back » et récepteur Bell.

Le circuit de référence est constitué par les éléments suivants :

1° un microphone étalon, alimenté par une batterie d'accumulateurs de 24 volts à travers une résistance de 300 ohms représen-

tant la valeur moyenne de la résistance de la ligne d'abonné et permettant en outre de limiter l'intensité du courant circulant

dans le microphone à une valeur compatible avec son bon fonctionnement ;

2° un ensemble récepteur comprenant un téléphone Bell ;

3° entre les systèmes transmetteurs et récepteurs, un transformateur séparateur et une ligne d'affaiblissement fixe d'environ 30 décibels ; le rôle de cette ligne est triple : d'une part, elle supprime pratiquement toute réaction électrique irrégulière entre le poste transmetteur et le poste récepteur ; d'autre part, elle réduit l'intensité « dans le récepteur » à une valeur telle, que l'oreille de l'opérateur, qui est placée contre ce récepteur, se trouve dans des conditions de sensibilité optimum pour apprécier les différences

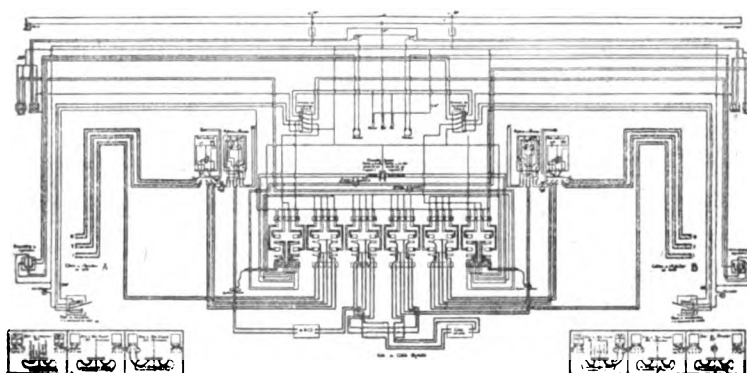


Fig. 4. — Schéma du câblage d'une installation téléphonométrique.

d'intensité sonore qui, nous allons le voir, sont à la base de la technique téléphonométrique ; enfin, elle représente l'affaiblissement extrême admis par les conventions internationales pour l'ensemble des liaisons, circuits ou éléments de circuit réunissant deux abonnés quelconques du réseau international.

Les figures 4 et 5 montrent la table d'essai et les circuits de connexion du dispositif téléphonométrique de l'administration française des Postes et Télégraphes.

Il y a quelques remarques à faire dès maintenant sur la constitution de cette ligne artificielle d'affaiblissement, qui est composée d'éléments comprenant des résistances en série dans les bras horizontaux des cellules composantes et des capacités dans la branche

transversale verticale ; cette capacité a pour but de rendre plus complète l'équivalence entre la ligne artificielle et les circuits réels non pupinisés qui, par suite de la proximité des fils, présentent entre conducteurs une capacité relativement importante, surtout lorsqu'il s'agit de lignes souterraines. En effet, cette capacité offrant au courant alternatif une impédance inversement proportionnelle à la fréquence du courant, l'affaiblissement introduit par les cellules du câble étalon varie très sensiblement avec la fréquence du courant d'utilisation, et il est impossible de dire avec précision

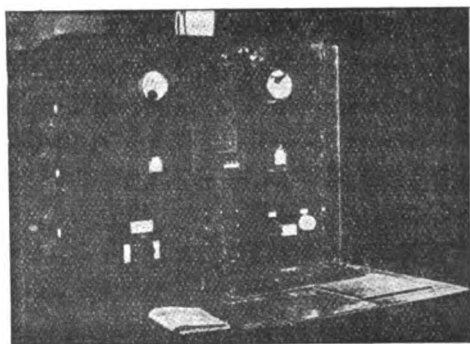


Fig. 5. — Table de l'opérateur du câble étalon réglable

quel est l'affaiblissement réel de ces lignes pour des courants microphoniques, ou, plus exactement, toute définition précise devient théoriquement dépourvue de sens.

L'expérience montre cependant qu'il est possible de trouver, pour des cellules de câble étalon, un équivalent en unités d'affaiblissement en comparant, par des mesures effectuées à la voix, ces cellules avec des lignes d'affaiblissement sans déformation c'est-à-dire ne comportant que des résistances pures. Ceci résulte des propriétés remarquables des récepteurs et des microphones normalement en service : ces appareils ont, en effet, une résonance extrêmement marquée pour une fréquence voisine de 1000 périodes par seconde. On peut s'en assurer par le procédé très simple qui consiste à associer acoustiquement un récepteur et un microphone. Si, dans ces conditions, on alimente électriquement le récepteur

et si l'on compare à diverses fréquences les rapports des deux tensions électriques respectivement relevées aux bornes du récepteur et du microphone, on constate que ce rapport présente un maximum très accentué pour une fréquence comprise entre 900 et 1100 périodes par seconde (fig. 6). Ainsi, lorsqu'on fera une mesure avec des courants microphoniques, ou, pour employer le langage des téléphonistes, une mesure téléphonométrique, tout se passera, en raison de la prédominance des sons d'une fréquence voisine de

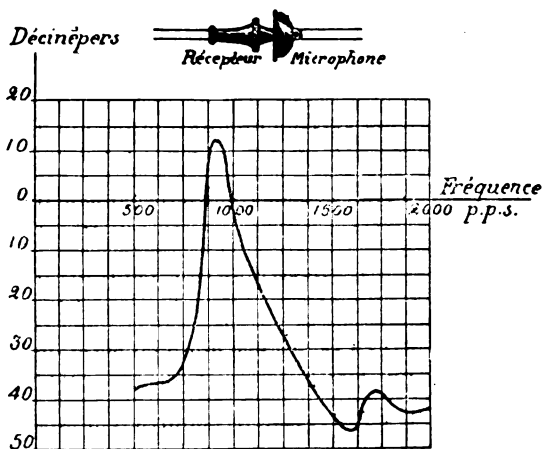


Fig. 6. — Equivalent de transmission, en décibels, d'un système récepteur-microphone accouplés.

1000 périodes par seconde, comme si le courant de mesure était monophonique, et c'est ce qui explique à certains égards la concordance des résultats trouvés par diverses équipes d'opérateurs. Par contre, ce schéma de fonctionnement électro-mécanique permet de prévoir une déformation importante du langage articulé et la nécessité de procéder à des mesures d'intelligibilité dont la nature sera indiquée ultérieurement.

Un système de base ainsi établi servira à l'étalonnage et à la vérification des microphones et des récepteurs normalement placés dans les postes d'abonné. Cette opération a pour but d'indiquer de combien d'unités de transmission un poste X à étudier est inférieur ou supérieur téléphonométriquement au poste étalon. Sup-

posons qu'il s'agisse, par exemple, d'un microphone à comparer au microphone Solid Back de référence. Les deux appareils étant alternativement alimentés par la batterie fixe de 24 volts à travers une résistance de 300 ohms, un premier opérateur A_1 prononce, alternativement devant l'un puis l'autre microphone, une phrase brève, toujours la même ; un deuxième opérateur A_2 écoute dans un même récepteur étalon les sons produits respectivement par les deux courants émanant des deux microphones après avoir traversé des affaiblissements fixes de 30 décibels (mesurés à la fréquence de 1000 pps). Si les sons qu'il perçoit dans les deux positions lui paraissent d'intensités inégales, si, par exemple, dans la position des commutateurs correspondant à la liaison avec le microphone X, le son est jugé moins intense que celui qu'il perçoit dans le cas de la liaison avec l'étalon, ceci voudra dire que le microphone X est moins efficace que l'étalon ; et, pour rétablir l'égalité, il faudra augmenter l'affaiblissement électrique du courant provenant de l'étalon. L'opérateur A_2 signalera « pire » à un troisième opérateur A_3 qui dirige la manœuvre ; A_3 ajoute alors en série dans le circuit, du côté de l'étalon, un affaiblissement de n unités permettant d'obtenir l'égalité des deux impressions sonores. En fait, le nombre n ne sera pas obtenu du premier coup, mais par essais successifs, correspondant au réglage du tir en artillerie. Il faudra intercaler successivement, du côté de l'étalon, des nombres d'unités d'affaiblissement n_1, n_2, n_p qui rapprocheront progressivement, mais par encadrement de la vraie valeur, les deux intensités sonores comparées. On aura donc, en fait, une série convergente de résultats, tendant vers le nombre n par valeurs tantôt supérieures et tantôt inférieures.

Pour tenir compte des écarts et des différences d'appréciation imputables au timbre et à la configuration des opérateurs, ce qui est particulièrement important quand il s'agit d'appareils microtéléphoniques combinés, les essais précédents ne sont pas exécutés seulement par deux, mais par trois opérateurs, A, B, C, qui peuvent former six combinaisons : AB, AC, BA, CA, BC, CB. La moyenne des six valeurs trouvées par ces six combinaisons est, par définition, l'efficacité cherchée. Voici, par exemple, pour

fixer les idées, le relevé pratique d'un essai effectué sur un appareil étalon :

ESSAIS DU MICROPHONE C₁₄ PAR TROIS OPÉRATEURS, A, B, C.

Étalon de comparaison : P₃ (1,9 pire que l'étalon absolu).

A parle,	B écoute.	B parle,	C écoute.	C parle,	A écoute.
— 4 meilleur + 2 pire — 1 meilleur + 1 pire { 0 meilleur } Résultat { + 1 pire } de l'essai : + 0,5.		— 1 pire — 5 meilleur — 3 meilleur { — 2 meilleur } Résultat { — 1 pire } de l'essai : — 1,5.		0 meilleur + 4 pire + 2 pire — 1 meilleur { + 1 pire } Résultat { 0 meilleur } de l'essai : + 0,5.	
B parle,	A écoute	C parle,	B écoute.	A parle,	C écoute.
0 pire — 2 meilleur + 2 pire { — 1 pire } Résultat { — 2 meilleur } de l'essai : — 1,5.		— 5 meilleur + 3 pire { — 2 meilleur } Résultat { — 1 pire } de l'essai : — 1,5.		+ 4 pire — 3 meilleur + 1 pire { — 1 meilleur } Résultat { 0 pire } de l'essai : — 0,5.	
Résultat moyen brut : — 0,7 ; Efficacité de l'étalon : — 1,9 ; Efficacité vraie du microphone C ₁₄ : — 2,6.					
N. B. : Les notations « meilleur » et « pire », placées en regard des nombres d'unités d'affaiblissement figurant sur ce tableau, signifient que le microphone essayé est meilleur ou pire que l'étalon quand le nombre indiqué d'unités de la boîte d'affaiblissement variable est placé du côté de l'étalon (signe —) ou du côté de l'appareil en essai (signe +).					

Le système de mesures de référence simplifié qui vient d'être rapidement décrit était d'une utilisation commode pour les mesures et les vérifications d'appareils à l'intérieur d'un même pays, et d'une façon générale, pour tous les appareils appartenant à un même réseau ; et en fait, il a rendu, tant en France qu'à l'étranger, des services extrêmement appréciables et permis d'éliminer bien des microphones et des téléphones insuffisants.

Toutefois, quand il s'est agi de téléphonie internationale, ce

système s'est montré incomplet, parce que les bases en demeuraient incertaines et au moins partiellement empiriques, et la nécessité de se référer à des principes aussi nets et précis que dans les autres branches de la technique électrique a conduit les techniciens de divers pays à étudier en détail le fonctionnement électromécanique des microphones et des récepteurs et à établir des définitions satisfaisantes au point de vue de la science pure et des méthodes de mesure en accord avec ces définitions. Examinons rapidement les unes et les autres.

Définitions nouvelles et dispositifs de mesure de l'efficacité absolue d'un récepteur ou d'un transmetteur. — Le microphone étant un transformateur de vibrations acoustiques en vibrations électriques produisant en fait une différence de potentiel sous l'action des ondes de pression qui agissent sur le diaphragme, il est naturel de définir son efficacité absolue par un certain nombre N_1 de volts par barie. Le récepteur sera symétriquement caractérisé par un certain nombre N_2 de baries par volt. Les deux nombres de référence adoptés en principe par le Comité consultatif international sont :

$$N_1 = 0.05 \text{ volt par barie,}$$

$$N_2 = 50 \text{ baries par volt.}$$

Comme cela a été indiqué, ces définitions supposent une méthode de mesure pour la détermination des nombres caractéristiques de baries par volt ou de volts par barie. Sans vouloir entrer dans le détail d'opérations techniques délicates, indiquons simplement que, de divers côtés, des essais ont été effectués pour la mise en œuvre d'appareils permettant ces déterminations. Il est possible de citer trois méthodes principales :

1° *La méthode du disque de Rayleigh* : Cette méthode ne mesure pas, en fait, des pressions acoustiques, mais des vitesses de déplacement, d'où il est d'ailleurs possible de remonter aux pressions ; cette méthode a été mise en œuvre par les laboratoires de l'office britannique ; elle est d'ailleurs d'un emploi délicat, et son application ne peut être envisagée que dans des chambres sourdes et closes où l'atmosphère est parfaitement en repos ;

2° *La méthode de Gerlach* : C'est une méthode de zéro, dans laquelle le son produit par une source alimentée électriquement arrive sur un conducteur peu épais en forme de ruban qui est placé dans un champ magnétique uniforme, d'intensité connue. Ce ruban vibre comme le diaphragme d'un microphone électromagnétique, induisant dans un enroulement spécial un courant alternatif que l'on perçoit à l'aide d'un téléphone. Si l'on envoie simultanément à travers le ruban un courant de même fréquence, réglable en amplitude et en phase, on peut obtenir le silence dans le téléphone. La pression acoustique p est alors équilibrée par la force électromagnétique agissant sur le ruban d'après les lois bien connus de l'électromagnétisme. On aura, entre ces deux grandeurs, la relation :

$$p = \frac{B \cdot I}{S},$$

où B désigne le flux par centimètre carré,

I l'intensité du courant qui traverse le ruban,

S la largeur de ce ruban.

Cela étant, si, dans une chambre de dimensions convenables, on place d'une part le microphone et d'autre part l'appareil précédent, on pourra connaître la pression acoustique agissant sur le microphone. La mesure de la tension électrique aux bornes du microphone permettra d'achever la détermination du rapport :

$$\frac{p \text{ baries}}{v \text{ volts}}.$$

3° *Méthode du thermophone* : C'est la méthode retenue pour l'étalonnage du système de référence. Le thermophone est un appareil destiné à transformer l'énergie électrique en énergie acoustique par l'intermédiaire de l'énergie thermique. Il est essentiellement constitué par une lame d'or extrêmement mince parcourue par un courant alternatif superposé à un courant continu, d'intensité beaucoup plus grande. En raison de son peu d'inertie calorifique, cette lame s'échauffe ou se refroidit par rapport à la température moyenne suivant les alternances du courant et communique ses variations de température à l'atmosphère ambiante,

qui, se dilatant et se comprimant périodiquement, entre en vibrations et produit un son. Cet appareil, étant calculable d'avance, permet de produire une onde acoustique de pression connue ; si cette onde vient frapper le diaphragme d'un microphone et si la distance entre le thermophone et le microphone est acoustiquement petite afin qu'il n'y ait pas propagation, mais transmission quasi instantanée des ondes de pression, le microphone agira comme un

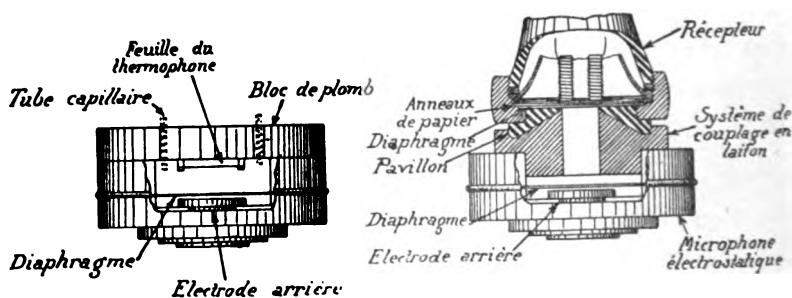


Fig. 7.

Dispositif pour l'étalonnage
d'un microphone électro-
statique.

Dispositif pour l'étalonnage
d'un récepteur à aimant
permanent.

manomètre, et il suffira de mesurer la tension électrique créée entre les bornes du microphone pour pouvoir, comme précédemment, évaluer l'efficacité du microphone par le rapport en baries par volt. En vue de transformer la chambre thermophone-microphone en une véritable chambre de pression, on utilise, comme substratum des ondes sonores, un gaz à faible densité pour lequel la vitesse de propagation est très grande, de telle sorte que, pour les diverses fréquences entrant dans la constitution de la parole et qui sont comprises entre 30 et 10.000 périodes par seconde, le système de couplage n'introduit aucune différence de phase appréciable entre les pressions instantanées considérées aux voisinages immédiats du thermophone et du transmetteur. Le gaz dont on emplit le chambre acoustique est l'hydrogène, dans lequel le son se propage avec une vitesse de 1258 mètres à la seconde, soit 3,7 fois plus vite que dans l'atmosphère ordinaire (343 mètres). L'efficacité absolue du récepteur est mesurée par comparaison directe avec le

microphone ainsi étalonné, au moyen d'une chambre de couplage à atmosphère d'hydrogène (fig. 7).

Ces diverses indications relatives à la téléphonométrie proprement dite et à l'exploitation de circuits internationaux permettent de comprendre comment les techniciens ont été conduits à la conception des définitions actuelles des diverses efficacités de référence et à leur mesure.

Netteté ou intelligibilité. — Mais il est une autre notion qui s'est progressivement introduite en téléphonie et qui est d'ailleurs parallèle à la notion d'efficacité et de rendement et qui devait correspondre à la réalisation de l'appareil parfaitement adapté aux besoins de la technique téléphonique qu'est le Système de référence pour la transmission téléphonique, à savoir la *netteté* ou *intelligibilité*. Alors que l'efficacité caractérise le rendement d'un appareil, la netteté sert de définition et de mesure à la qualité de la transformation. Elle indique de quelle manière est altéré le son par les transformations subies au cours des divers stades d'une communication. Il est évident que, pour obtenir une intelligibilité théoriquement parfaite, il faudrait disposer d'appareils ayant un rendement rigoureusement indépendant de la fréquence et de l'amplitude pour les ondes de toutes les fréquences constitutives de la parole. En raison de l'extrême souplesse de l'oreille, il est pratiquement impossible de prédéterminer par un raisonnement purement spéculatif l'effet, sur l'intelligibilité de la parole, d'une déformation quelconque de la parole. Or ces déformations, couramment encore appelées *distorsions* en raison de l'interprétation graphique qu'on leur donne par des diagrammes, sont de deux sortes :

1^o distorsion d'amplitude en fonction de l'intensité,

2^o distorsion de fonction de la fréquence.

On a vu précédemment ce que pouvait être la distorsion en fonction de la fréquence avec le récepteur et microphone d'un type commercial. La distorsion en fonction de l'intensité est généralement peu importante, en raison du soin apporté à la construction des appareils. Il n'en est pas de même de la distorsion en fonction de la fréquence, qui est inhérente au mode de fonctionnement même

des systèmes transmetteurs et récepteurs. Il importe donc de savoir dans quelle mesure cette distorsion réagit sur l'intelligibilité et pour cela de définir et de mesurer l'intelligibilité ou netteté.

La netteté ou intelligibilité d'une communication est caractérisée par la proportion du nombre de sons correctement reçus au nombre total de sons transmis. Il est bien évident que, pour avoir de la netteté une mesure aussi objective que possible, on ne peut songer à transmettre des phrases, mots ou sons ayant une signification déterminée, car l'intelligence, la faculté divinatrice de l'opérateur interviendraient à la réception d'une telle façon que, pratiquement, aucune conclusion sûre ne pourrait être tirée de

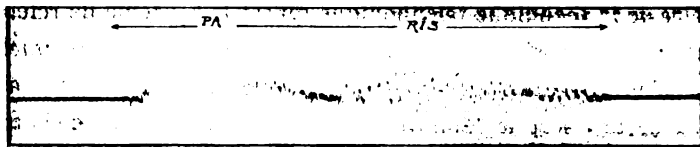


Fig. 8.

ces essais. Il importe donc de choisir systématiquement des combinaisons de sons dépourvus de sens. D'un autre côté, pour que l'opérateur qui écoute puisse transcrire ce qu'il entend, il faut que les sons perçus soient de ceux que l'on rencontre normalement dans le langage parlé. Enfin il est nécessaire que les consonances transmises aient une relation définie avec la trame phonétique du langage courant, c'est-à-dire que l'ensemble de ces consonances représente ce que l'on peut appeler une moyenne du langage courant. La figure 8, qui donne une représentation oscillographique du mot « Paris », permet de se rendre compte de la nature et de la composition de la voix et de la complexité des fréquences en lesquelles il est possible de la décomposer.

Pour satisfaire à ces diverses conditions, deux méthodes principales ont été expérimentées.

La première méthode consiste à analyser systématiquement les sons essentiels qui entrent dans la constitution de la langue d'un pays et à former sur ces bases des listes de mots donnant une

image schématique de la contexture de cette langue. C'est à un tel procédé d'investigation que se sont arrêtées certaines administrations étrangères. L'Allemagne, par exemple, a dressé de nombreuses statistiques, d'où ressort la détermination approximative de la fréquence des différentes lettres entrant dans la langue allemande. Cette fréquence moyenne est, pour les principales lettres, voisine de :

- 17 % pour la lettre *e*,
- 11 % pour la lettre *n*,
- 7 % pour la lettre *r*,
- 5,75 % pour la lettre *a*,
- 3 % pour la lettre *c*.

Tenant compte de ces données expérimentales, les expérimentateurs allemands ont constitué des listes de 100 monosyllabes. De telles listes sont lues lentement, à une cadence réglée par un métronome, et écoutées par cinq auditeurs, qui transcrivent les sons perçus. La netteté est donnée directement par le rapport du nombre total de sons correctement perçus par l'ensemble des opérateurs au nombre total de sons émis.

La méthode utilisée en France fait appel à un principe différent. Elle repose sur la constitution de listes disyllabiques établies de la façon suivante. Un trait étant tiré au travers d'une page d'un texte littéraire quelconque, on retient les deux syllabes qui, à l'intersection de chaque ligne, se trouvent de part et d'autre de ce trait. L'ensemble de ces deux syllabes forme un mot en général dépourvu de sens, auquel on donne une orthographe phonétique conventionnelle ne laissant aucune ambiguïté sur la prononciation correcte. Des listes de 50 mots ainsi constituées sont alternativement transmises et reçues par une équipe de trois opérateurs, A, B, C, qui, étant tour à tour placés à la transmission et à la réception, forment six combinaisons AB, AC, BA, BC, CA, CB. Chacune de ces combinaisons transmettant 50 mots, l'ensemble d'un essai de netteté portera sur $50 \times 6 = 300$ mots disyllabiques du type précédent. Voici, pour fixer les idées, les moyennes relatives à des groupes de cinq essais effectués, conformément aux principes qui viennent d'être exposés, par deux équipes, l'une

normalement exercée, l'autre acquérant progressivement un entraînement normal.

Moyennes successives de 5 essais complets effectués par 3 opérateurs, à raison de 6 listes de 50 mots par essais.

	Equipe entraînée.	Equipe non parfaitement entraînée.
1 ^{re} série	76	62.8
2 ^e série	76,6	68.5
3 ^e série	74,7	70.5

On voit que la deuxième équipe acquiert progressivement un entraînement normal et obtient rapidement des résultats comparables, à quelques unités près, à ceux de l'équipe entraînée. Il faut noter qu'en vue d'éliminer les diverses causes de variation et d'incertitude les essais précédents avaient été exécutés au moyen des mêmes appareils transmetteurs et récepteurs et en faisant lire successivement les mêmes listes de mots par les deux équipes.

Les résultats que ces deux méthodes d'essais permettent d'obtenir sont, dans l'ensemble, en concordance très satisfaisante et font ressortir nettement l'influence de la distorsion, c'est-à-dire de la mauvaise transmission ou de la non-transmission de certaines bandes de fréquence. Un système transmettant sans déformation toutes les fréquences de 0 à 5000 périodes possède pratiquement une netteté de 100 ; si l'on ajoute à ce système un filtre supprimant toutes les fréquences supérieures à 1500 périodes par seconde, la netteté tombe à 65 %, et à 40 % si la bande de fréquence transmise ne s'étend pas au delà de 1000. D'une façon absolument symétrique, un système ne laissant passer que les fréquences supérieures à 500 périodes a une netteté de 95 % ; cette netteté tombe à 65 % si les fréquences transmises sont toutes supérieures à 1500, et à 10 % quand la limite inférieure monte à 3.000, de façon à ne plus laisser passer que les harmoniques supérieures de la voix. La fréquence de 1500 paraît donc être, pour l'intelligibilité de la voix, une fréquence critique, puisque la voix se comprend avec la même netteté, la même facilité quand on supprime respectivement les fréquences supérieures et les fréquences inférieures à 1500 périodes.

Quoiqu'il en soit, l'appareil de référence devait permettre

une transmission et une audition comparables à ce qu'elles peuvent être dans une conversation directe, sans aucun intermédiaire, entre deux personnes articulant très distinctement. Cette condition relative à la qualité complète la condition métrologique imposant aux microphones et aux récepteurs d'être des appareils susceptibles de définition et de mesures physiques simples.

Le Système fondamental de référence. — Nous avons eu l'occasion de voir à quelle solution s'était arrêté M. Sivian, ingénieur à l'American Telegraph and Telephone Co, auteur de la réali-

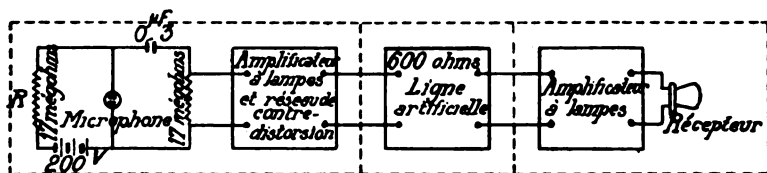


Fig. 9. — Schéma de principe du Système de référence.

sation d'un système permettant des mesures absolues. Il a su, grâce à des dispositions extrêmement heureuses, concilier les deux exigences relatives à la netteté et à l'efficacité. L'appareil qu'il a imaginé et construit (fig. 9) comporte trois parties essentielles :

- le microphone,
- la ligne artificielle,
- le récepteur.

1. *Le microphone.* — Le microphone est constitué par un condensateur, dont la première électrode est une mince feuille d'acier très fortement tendue à très faible distance d'un bloc d'acier qui joue le rôle de deuxième électrode. La mince pellicule gazeuse existant entre les deux électrodes amortit les vibrations du diaphragme et rend la sensibilité de l'appareil beaucoup plus indépendante de la fréquence. Une batterie fixe est placée en série avec le microphone et avec une résistance R de plusieurs mégohms. Les variations de la capacité du condensateur sous l'action des vibra-

tions du diaphragme produisent, aux bornes de la résistance R , une tension alternative directement en rapport avec la pression de l'onde acoustique initiale. Cette tension est amplifiée par un premier dispositif à lampes électroniques, associées avec un réseau électrique de contre-distorsion dont le but est de compenser les imperfections de la courbe caractéristique du microphone. Un réseau de résistances et de capacités formant filtre (non représenté sur la figure 9) est en outre interposé entre la batterie de polarisation et le microphone, afin d'éliminer les bruits parasites qui pourraient provenir de cette batterie.

2. *La ligne artificielle.* — La ligne artificielle d'affaiblissement, d'une impédance caractéristique de 600 ohms, qui vient ensuite, est variable et peut servir, comme dans les installations actuelles de téléphonométrie, à assurer l'égalité des équivalents de transmission ou des efficacités de tout ou partie du système de référence et de tous les ensembles ou éléments qui doivent lui être comparés. Elle est graduée en unités d'affaiblissement qui, comme dans le cas de la téléphonométrie actuelle, pourront servir à exprimer de combien les systèmes transmetteurs ou récepteurs seront inférieurs ou supérieurs aux éléments correspondants de référence. Toutefois, en pratique, cette ligne est fixe et son rôle consiste principalement à séparer électriquement le système récepteur du système émetteur et à réduire à une valeur convenable la grandeur de la tension qui est appliquée aux bornes du système récepteur. L'équilibre téléphonométrique est de préférence obtenu au moyen d'une ligne artificielle supplémentaire directement commandée par l'opérateur qui écoute.

3. *Le système récepteur.* — Le système récepteur, qui était primitivement assez semblable aux appareils Bell commerciaux, avec toutefois un amortissement spécialement étudié, a été sensiblement modifié. Dans son état actuel, il se présente encore sous la forme d'un récepteur à aimant permanent, mais muni d'une bobine mobile solidaire du diaphragme, auquel elle communique directement les efforts mécaniques dus à l'action mutuelle des courants alternatifs qui la traversent et du champ constant de l'aimant. La distorsion résiduelle est ainsi extrêmement faible et la ligne artificielle de

correction qui avait été primitivement associée au système récepteur a pu être complètement supprimée.

Des essais effectués, tant en Amérique qu'en France, lorsque les premiers modèles de ce système y ont été exposés, ont fait ressortir une très grande pureté de transmission (netteté voisine de 100) et ont montré que la constance des principaux éléments entrant dans la constitution de l'appareil de références était de l'ordre de 1 à 2 % ; c'est dire que les variations seront toujours très inférieures aux différences qu'il sera possible et utile de constater entre les appareils qui seront comparés au système des Arts et Métiers et que les techniciens ne peuvent qu'exprimer leur admiration pour le bel ensemble d'appareils que M. Sivian et l'American Telegraph and Telephone Co ont réalisé après de longues années de recherches et qu'ils ont généreusement offert au Comité consultatif international de téléphonie, au nom de la collaboration effective et cordiale qu'ils veulent bien apporter à l'œuvre collective de la téléphonie à grande distance.

Cet appareil définitif est actuellement installé au Conservatoire national des arts et métiers, dans des locaux très silencieux gracieusement mis à la disposition du Comité international. Il est placé sous la surveillance d'une équipe internationale d'opérateurs, auxquels est confiée la mission d'entretenir les divers organes entrant dans sa constitution ainsi que la vérification régulière de son étalonnage et de son efficacité. Cette équipe est en outre chargée de mesurer et de contrôler les étalons utilisés dans les diverses administrations pour la vérification de leurs appareils commerciaux. Ainsi peut-on espérer que sera réalisée une très satisfaisante unité de vue entre les exploitants des grands circuits internationaux, qui auront une base universellement admise à laquelle ils pourront rapporter les résultats de leurs mesures et de leurs recherches et sur laquelle ils pourront se fonder pour l'établissement et l'entretien de leurs circuits et de leurs appareils. L'équipe internationale aura en outre à entreprendre mainte étude nouvelle au caractère général, ayant pour but la comparaison des méthodes jusqu'ici utilisées de côté et d'autres pour la détermination des principales grandeurs d'ordre téléphonique : efficacité, netteté, etc.,

et, si besoin est, la mise au point de méthodes uniformes. La recherche du coefficient de pratique expérimentale des équipes des divers laboratoires de téléphonométrie, c'est-à-dire l'examen objectif de leur habileté, de leur entraînement et de leur aptitude aux mesures téléphonométriques figure également à ce programme, car il rentre dans le cadre général des mesures d'unification et de normalisation.

Enfin le Système de référence offre, jointe à une grande perfection de réalisation, une telle souplesse, qu'il est possible d'en prévoir son utilisation pour les études les plus variées qui, de loin ou de près, se rattachent à la téléphonie : acoustique, phonétique, comparaison phonétique des divers langages, recherches sur les bruits et leurs mesures. En cela, il ne sera pas seulement un étalon soigneusement, jalousement conservé sous scellés, mais il doit être aussi un instrument de travail qui, mis à la disposition des savants, peut leur être un auxiliaire ou un moyen d'investigations précieux.

Cette triple utilisation comme étalon de référence servant de base aux conventions et définitions de la téléphonie internationale à grande distance, comme appareil fondamental pour la vérification des étalons secondaires, et comme instrument d'investigations pour le théoricien de l'acoustique et du téléphone, fait du Système de référence un ensemble unique, et il faut savoir gré au Conservatoire national des arts et métiers, dont le nom jouit d'un très grand prestige, d'avoir bien voulu offrir, au jeune laboratoire en formation, des locaux parfaitement adaptés à ce besoin naissant d'une tranquillité inespérée en plein centre de Paris et, pour tout dire, bien digne de l'ancien prieuré Saint-Martin dont tant de souvenirs demeurent encore vivants.

Inauguration du centre de TÉLÉPHONE AUTOMATIQUE « CARNOT » A PARIS,

par E. REYNAUD-BONIN,
directeur des Services téléphoniques de Paris.

C'est le samedi 22 septembre 1928 que le centre de téléphone automatique « Carnot » a été inauguré à Paris par M. Chéron, ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes.

Dans une allocution qui a suivi la mise en service, après avoir constaté que le nouveau bureau automatique fonctionnait d'une façon très satisfaisante, le ministre a marqué l'heure de cette ouverture comme un moment particulièrement important dans l'histoire du développement téléphonique à Paris. M. Milon, directeur de l'Exploitation téléphonique, était aux côtés de M. Chéron, ainsi que les fonctionnaires de la direction des Services téléphoniques de Paris qui ont travaillé à la réalisation de cette première partie du programme de la transformation du réseau téléphonique de Paris en automatique (M. Reynaud-Bonin, directeur des Services téléphoniques de Paris, M. Petit, ingénieur en chef à la direction des Services téléphoniques de Paris qui fut spécialement chargé de cet important travail et dont le long effort mérite d'être signalé). Préalablement, le général Hellot, président du conseil d'administration de la société « Le Matériel téléphonique », assisté de tout le personnel dirigeant de cette compagnie, avait fait au ministre la remise du bureau, que cette société a équipé avec le matériel fabriqué dans son usine de Boulogne-sur-Seine, et il avait tiré un augure très favorable du vocable de « Carnot » sous lequel est placé ce premier central téléphonique automatique, en souhaitant qu'à l'exemple du grand Carnot, organisateur de la victoire des armées de la république, ce nouveau bureau marque le commencement d'une ère de progrès

incontestable pour les téléphones français. M. Chéron, dans sa réponse, augura également d'une façon très favorable sur les espoirs de développement téléphonique qui nous sont permis et qui sont d'autant plus souhaitables que le téléphone est indiscutablement un instrument d'interpénétration des peuples et de paix sociale.

L'office britannique, avec lequel l'administration française entretient les meilleures relations, avait délégué trois de ses ingénieurs pour assister à la mise en service de « Carnot ». Enfin les représentants de tous les journaux quotidiens de la grande presse assistaient également à la cérémonie d'ouverture, et les premières communications téléphoniques servies par le mécanisme de « Carnot » furent demandées par les journalistes à l'adresse des bureaux de rédaction de leurs journaux, le ministre tint à adresser quelques mots par la voie téléphonique aux bureaux de rédaction ainsi appelés avec succès par le nouveau téléphone automatique.

La série « Carnot » existait déjà dans l'exploitation manuelle ; les abonnés de cette série étaient reliés au central téléphonique de la rue de Madrid. Avec l'automatique, la série « Carnot » devait être transférée dans l'immeuble récemment construit dans la rue Guyot. A cet effet, le service des lignes avait procédé à une épissure en Y sur la ligne de chaque abonné (épissure dans les chambres du réseau souterrain, ou même épissure en greffe sur les câbles lorsque la topographie des voies souterraines l'exigeait), de façon que chaque abonné de « Carnot » restant en exploitation manuelle à la rue de Madrid eût une amorce de dérivation aboutissant d'avance à la rue Guyot. Comme le transfert du 22 septembre a porté sur 3500 abonnés et que la distance à vol d'oiseau entre la rue de Madrid et la rue Guyot est de l'ordre de 1500 mètres, on voit que ce travail préparatoire était fort important.

Ceci fait, et les organes automatiques du bureau « Carnot » ayant été mis au point comme nous allons l'expliquer dans un instant, il ne restait plus qu'à couper les abonnés manuels sur le répartiteur de la rue de Madrid (en retirant les fusibles sur les têtes verticales de ce répartiteur) et à les raccorder définitivement sur le répartiteur nouveau de la rue Guyot. A cet effet, les réglettes hori-

zontales du répartiteur de la rue Guyot étaient munies d'un jack à rupture par abonné et ce jack avait été au préalable enfiché par un bouchon de bois. Il suffisait de retirer tous les bouchons de bois, et tous les raccords sur l'automatique étaient immédiatement réalisés (ultérieurement, ces jacks à rupture serviront pour les essais de lignes comme point de coupure entre l'intérieur du bureau et le réseau souterrain extérieur).

Le transfert a eu lieu entre 21^h30 et 22^h, heure à laquelle le trafic est assez réduit et où une interruption passagère de la ligne d'un abonné (au maximum une demi-heure pour les abonnés les plus défavorisés) présente le moins d'inconvénients. Chaque abonné avait d'ailleurs été prévenu par lettre individuelle que son service téléphonique risquait d'être précaire, le soir du transfert, entre 21^h30 et 22^h, et les abonnés ainsi prévenus n'étaient certainement pas logés à plus mauvaise enseigne que les abonnés de l'eau, du gaz, ou de l'électricité, lorsque la compagnie les prévient à l'avance d'une interruption pour cause de travaux. De plus, nous avons trié une liste de 200 abonnés environ à transférer par priorité avec une interruption quasi nulle (médecins, commissaires de police, etc...). Enfin je dois dire que l'opération du transfert, calculée pour une demi-heure, n'a duré, en réalité, guère plus de 20 minutes, de sorte que le temps moyen d'interruption des abonnés de « Carnot » n'a guère dépassé une dizaine de minutes.

L'opération du transfert a été faite également avec d'excellents résultats techniques. Dans un central automatique comme « Carnot », les boucles qui pourraient être créées par les transferts apparaissent immédiatement sous forme d'allumage des lampes d'appel ou de prises d'enregistreurs. Sur les 3.500 abonnés transférés, nous avons constaté seulement 20 boucles, et encore faudrait-il tenir compte de certaines fausses manœuvres possibles de quelques abonnés. Ce chiffre est extrêmement bas et très satisfaisant. Les causes qui produisent ces boucles ne sont pas toujours dans le câblage proprement dit ; l'expérience nous a montré qu'il s'agit parfois de condensateurs claqués par suite de changement de tension de la batterie appliquée à la ligne : dans le transfert de la rue de Madrid à la rue Guyot, cette tension passait, en effet, de 24 à 48 volts.

Description sommaire du central automatique « Carnot ».

— En mettant à part le répartiteur, qui ne mérite pas de mention spéciale, le central automatique « Carnot » occupe deux vastes salles de 55 mètres de longueur sur 9^m,50 de large. Ces salles, qui n'étaient pas primitivement destinées à recevoir un meuble automatique, sont un peu moins larges que celles que nous construisons spécialement pour les automatiques de la série suivante, et où la largeur est portée à 11 mètres.

En plus des organes automatiques fondamentaux, lesquels sont du type chercheurs de lignes à 100 broches ou du type sélecteurs à 10 étages de balais, en plus aussi des bâtis d'enregistreurs, il y a, au central automatique « Carnot », dans la salle du 2^e étage, une très importante série de tables desservies par des opératrices et destinées à assurer les transits entre « Carnot » automatique et les autres bureaux téléphoniques de Paris encore desservis par le système manuel.

Trente-huit tables d'opératrices sont équipées avec des indicateurs lumineux d'appel, de telle sorte que l'appel composé par un abonné de « Carnot » pour n'importe quel autre central de Paris ou de sa banlieue immédiate apparaît en chiffres lumineux devant une de ces opératrices, qui donne suite à la demande en s'adressant par lignes d'ordre à une opératrice B du bureau manuel correspondant. Aux heures de fort trafic, 33 de ces 38 tables sont dès maintenant garnies d'opératrices, et, pour tous les bureaux vers lesquels « Carnot » a un fort trafic, cette opératrice dessert uniquement une direction au départ de « Carnot ». Les enregistreurs de « Carnot », d'après l'indicatif qu'ils ont reçu, sélectionnent donc une jonction vers la position à indicateurs d'appel correspondant à cet indicatif. Si une position à indicateurs d'appel dessert plusieurs bureaux, la discrimination des appels sur cette position se fait par un seul chiffre en plus des quatre constituant le numéro d'appel proprement dit : comme il n'y a jamais plus de dix directions groupées sur une position à indicateurs d'appel, un seul chiffre supplémentaire suffit en effet. C'est naturellement l'enregistreur traducteur qui assure le choix convenable de ce chiffre d'aiguillage. D'ailleurs, pendant le jour, aux heures chargées, il n'y a en général que deux

ou trois bureaux groupés sur une position à indicateurs d'appel.

La nuit, la concentration du trafic s'opère suivant d'autres principes. On a affecté trois positions à indicateurs d'appel pour la concentration de nuit. Les jonctions entre ces trois positions et le central automatique changent d'affectation quand on manœuvre la clé de concentration de nuit, et, sur chaque position, un certain nombre de jonctions sont affectées à chaque direction que peuvent sélectionner les enregistreurs d'après l'indicatif d'appel qu'ils ont reçu. De la sorte, la lampe d'appel s'allume sur une jonction qui, la nuit, d'après son emplacement sur la table, correspond à un appel vers tel ou tel bureau manuel. L'opératrice de nuit lit le numéro demandé sur son transparent lumineux et elle est par suite en mesure de servir complètement cet appel. La nuit encore, si le trafic baisse suffisamment, une seule téléphoniste peut faire le service de l'ensemble des trois positions de concentration de nuit.

En sens inverse, pour servir les appels venant des bureaux manuels vers « Carnot », on a équipé 38 tables d'opératrices en positions B sans jack et avec clavier tabulateur. 33 de ces 38 positions sont effectivement déjà garnies d'opératrices. Des possibilités de concentration de nuit, similaires à celles que nous venons de décrire pour les indicateurs d'appel, existent sur ces positions B spéciales.

Essais du bureau « Carnot » avant la mise en service. —

Entre le 15 juillet 1928, date à laquelle le constructeur avait terminé le montage des organes automatiques, et le 22 septembre, date de la mise en service du central automatique « Carnot », une longue série d'essais de fonctionnement a été faite sur toutes les parties du mécanisme sous la direction de M. Petit, ingénieur en chef, assisté de plusieurs ingénieurs et sous-ingénieurs de l'administration des Postes et Télégraphes.

Les organes les plus délicats à essayer étaient, d'une part, l'ensemble des enregistreurs du central automatique, et d'autre part, les positions à indicateurs d'appel ou B spécialisées dont nous venons de parler plus haut.

Les essais ont eu pour résultat de remédier à un certain nombre de défauts de câblage ou de réglage insuffisant des ressorts et des

armatures de certains relais ou du centrage et du niveau de certains balais frotteurs. On se rendait compte au jour le jour que le bureau était dans un état de plus en plus parfait et l'on avait acquis la certitude, à la date fixée pour l'ouverture, que le pourcentage de dérangements dûs au mécanisme serait extrêmement faible. Les résultats obtenus après quelques jours de mise en service ont absolument confirmé ces prévisions. Comme nous le verrons dans un instant, c'est plutôt contre l'inexpérience des abonnés dans la manœuvre du cadran numéroteur que nous avons eu à lutter dans les quelques jours qui ont immédiatement suivi la mise en service.

La période d'essais n'a pas eu une durée exagérée, comparativement à ce que nous savons des périodes similaires que l'on a eu dans certaines grandes capitales étrangères à l'occasion de la mise en service du premier central téléphonique automatique.

Surveillance de l'exploitation dans les quatre ou cinq premiers jours. — On avait d'abord à se rendre compte si les faisceaux de jonctions établis étaient suffisants, dans toutes les directions, pour qu'il n'y ait pas d'engorgement de trafic. Dans les relations purement automatiques de « Carnot » sur « Carnot », la vérification fut immédiate. Dans les relations entre « Carnot » et les bureaux manuels, au cas où l'on aurait constaté l'insuffisance de certains faisceaux de jonctions, il aurait fallu évidemment y porter un prompt remède, d'autant plus que, lorsque l'abonné demandeur est à « Carnot », après avoir composé le numéro demandé avec son cadran numéroteur, il reste absolument dans le vide jusqu'à ce que la mise en liaison soit terminée avec son correspondant, et cela peut durer assez longtemps si le faisceau de jonctions est insuffisant ou bien si le nombre de positions d'opératrices affectées à un faisceau de jonctions donné est insuffisant. En ce qui concerne la répartition des jonctions sur les opératrices, nous avons la possibilité de faire des retouches assez rapidement ; nous disposons même de quelques positions d'opératrices équipées mais non encore ouvertes. Nous avons eu l'impression qu'aucun remaniement important n'était utile au moment de l'ouverture.

Autrement important était de surveiller la façon dont les

abonnés au téléphone allaient se servir de leur cadran à numéros. Malgré les recommandations que nous leur avons faites à l'avance, les notices agrémentées de photographies que nous leur avons remises, les visites à domicile que nous avons faites pour assurer leur instruction dans les meilleures conditions possibles, nous étions presque certains, comme l'expérience l'a montré dans toutes les villes du monde, que beaucoup d'abonnés hésiteraient après l'ouverture, composeraient des numéros faux (irrémediables) ou des numéros incomplets, et que nous aurions beaucoup de redressements à faire.

A Paris, nous venons, il y a fort peu de temps, de grouper les communes de la banlieue immédiate sous des appellations nouvelles qui ne correspondent plus au nom de la commune. Ceci était fait, précisément, en vue d'adapter le réseau téléphonique de la banlieue immédiate à la future exploitation automatique ; mais ces changements sont encore trop récents pour que les abonnés de « Carnot » voulant téléphoner à la banlieue immédiate n'aient pas eu beaucoup d'hésitations sur le numéro à composer.

Nous avons estimé que, l'ouverture ayant été faite le samedi soir à 22^h, le lundi matin près de 50 % des appels étaient mal composés par les abonnés. Mais le mercredi matin, cette proportion est déjà à notre avis, tombée à 20 %, et, comme il a été constaté partout ailleurs, elle sera bientôt insignifiante.

Nous avons deux moyens pour repêcher les appels incomplets (les appels complets et faux sont évidemment irrémediables). Tout appel incomplet provoque *ipso facto* le renvoi à l'abonné du bourdonnement typique qui l'invite à recommencer son appel lorsqu'il s'est écoulé 30 secondes depuis le moment où l'abonné a laissé son appel incomplet. De plus, ne comptant pas seulement sur cette explication donnée à l'abonné par un bourdonnement avec lequel il n'est pas encore familiarisé, nous avons, à titre provisoire, placé des mécaniciens pour suivre, sur les lampes des enregistreurs, les progressions des appels entrant dans le meuble automatique. Grâce à un jack d'écoute placé sur chaque enregistreur, le mécanicien peut intervenir, entrer en ligne sur chaque appel incomplet, renseigner l'abonné et lui donner des conseils pour recommencer son appel. Cette surveil-

lance est évidemment très onéreuse, et cessera aussitôt que nous penserons que la clientèle est suffisamment habituée à la manœuvre du disque numéroteur.

Conclusions. — Nous sommes fondés à espérer que l'ouverture du central automatique « Carnot » marquera réellement une date importante pour l'amélioration du service téléphonique à Paris.

Cette amélioration se fera de plus en plus sentir à mesure que plusieurs centraux téléphoniques de Paris seront également transformés en automatique, puisque, pour « Carnot », le pourcentage des demandes de « Carnot » sur « Carnot », les seules qui puissent être traitées jusqu'au bout sans intervention d'aucune opératrice manuelle, est évidemment assez faible.

L'administration espère que le central téléphonique « Gobelins » sera ouvert en automatique dans le second trimestre de 1929 et que les centraux « Diderot » et « Vaugirard » seront également ouverts en automatique en 1929. Le rythme de la transformation devrait, nous l'espérons, se poursuivre, pendant les années suivantes, à la vitesse de près de 40.000 abonnés par an.

SYMBOLES GRAPHIQUES INTERNATIONAUX POUR LA TÉLÉPHONIE.

Le développement rapide de l'industrie électrique a donné une importance exceptionnelle à la question de l'unification des notations et symboles graphiques employés dans les diverses branches de l'électricité.

La technique d'aujourd'hui nécessite en effet, pour progresser, une véritable collaboration internationale des savants et des techniciens, et la concentration de leurs efforts doit être grandement facilitée par l'emploi de notations concordantes dans les mémoires qu'ils publient dans toutes les langues pour exposer leurs travaux et leurs recherches.

C'est pourquoi la Commission électrotechnique internationale (C.E.I.), qui s'est fondée à Londres en 1906 par la coopération des comités électrotechniques de tous les pays du monde, s'est attachée, depuis sa création, à poursuivre l'unification des symboles employés dans les diverses branches de l'électricité.

Elle a déjà, en particulier, dressé la liste des notations internationales à employer pour la désignation des différentes grandeurs et unités ainsi que des diverses opérations mathématiques (publication n° 27, éditée en 1914).

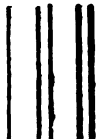
De plus, en 1927, la C.E.I. a arrêté les symboles graphiques à utiliser dans l'établissement des schémas et projets d'installations industrielles à courants forts (publication n° 35).

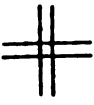
Actuellement, est en préparation l'unification des symboles graphiques entrant dans les schémas de télégraphie et de téléphonie.

Nous reproduisons ci-après la liste des *symboles spéciaux à la téléphonie*, qui a été arrêtée d'un commun accord par les délégués de la C.E.I. et ceux du Comité consultatif international des communications téléphoniques à grande distance (C.C.I.).

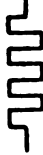
Bien que cette liste n'ait pas encore fait l'objet de prescriptions officielles, nous recommandons néanmoins à tous les techniciens français qui nous lisent de s'attacher à s'y conformer dès maintenant.

L. D.

N°	NOM. BENENNUNG. NAME.	SYMBOL. SYMBOL. SYMBOL.	OBSERVATION. BEMERKUNG. OBSERVATION.
1 (1)	Courant continu. <i>Gleichstrom.</i> Direct current.		
2 (2)	Courant alternatif. <i>Wechselstrom.</i> Alternating current.		
11 (201)	Circuit. <i>Leitung.</i> Circuit.		Symbole général. Les traits seront plus ou moins épais suivant l'importance des circuits. <i>Allgem. Symbol.</i> <i>Die Dicke der Striche kann nach der Bedeutung abgestuft werden.</i> General symbol. The thickness of the lines corresponds to the importance of the circuits.

12	Ligne de séparation. <i>Trennlinie.</i> Boundary line.				
13	Isolant. <i>Isolierung.</i> Insulation.			p. ex. : e.g. :	z.B. :
14 (202)	Croisement de conducteurs sans connexions. <i>Kreuzung von Leitungen ohne Ver- bindung.</i> Crossing of conductors without con- nection.				
15 (203)	Croisement de conducteurs avec con- nexion. <i>Kreuzung von Leitungen mit Ver- bindung.</i> Crossing of conductors with con- nection.				
16 (204)	Dérivations de circuits. <i>Abzweigungen von Leitungen.</i> Tappings.				

17 (205)	Terre. <i>Erde.</i> Earth.		
31 (214)	Symbole général de réglage. <i>Allgem. Symbol für Regelbarkeit beliebiger Art.</i> General symbol for variability.		
32 (212)	Contact mobile (curseur). <i>Stufen- oder Gleitkontakt.</i> Variable (sliding) contact.		
33 (301)	Bornes ou contacts. <i>Verbindungsstellen.</i> Terminals or contacts.		Symbole général. <i>Allgem. Symbol.</i> General symbol.
34 (302)	Borne ou contact fixe. <i>Verbindungsstelle durch Klemmen.</i> Terminal or contact, fixed.		
35 (303)	Borne ou contact mobile. <i>Drehbare Verbindungsstelle.</i> Terminal or contact, moveable.		

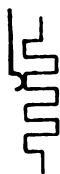
41 (207)	Condensateur ou capacité. <i>Kondensator oder Kapazität.</i> Condenser or capacity.		Symbole général. <i>Allgem. Symbol.</i> General symbol.
42 (215)	Condensateur ou capacité réglable. <i>Regelbarer Kondensator.</i> Variable condenser.		Le point indique l'armature mobile. <i>Der Punkt zeigt das bewegliche System.</i> The dot indicates the moveable plates.
43 (208)	Résistance inductive ou non-inductive. <i>Widerstand mit oder ohne Induktivität.</i> Resistance, inductive or non-inductive.		Symbole général. <i>Allgem. Symbol.</i> General symbol.
44 (209)	Résistance non-inductive. <i>Induktionsfreier Widerstand.</i> Resistance, non-inductive.		
45 (210)	Inductance sans noyau de fer. <i>Selbstinduktionsspule ohne Eisenkern.</i> Inductance without iron core.		Symbole général. <i>Allgem. Symbol.</i> General symbol.

46 (211)	Inductance à noyau de fer. <i>Selbstinduktionsspule mit Eisen- kern.</i> Inductance with iron core.		Symbole général. <i>Allgem. Symbol.</i> General symbol.
47	Inductance à fer divisé. <i>Selbstinduktionsspule mit unter- teiltem Eisenkern.</i> Inductance with divided iron core.		
48	Inductance à fer finement divisé. <i>Selbstinduktionsspule mit fein unterteiltem Eisenkern.</i> Inductance with finely divided iron core.		
49 (213)	Résistance réglable par contact, curseur. <i>Widerstand regelbar durch Stufen- oder Gleitkontakt.</i> Resistance with moveable-contact adjustment.		

Résistance non-inductive réglable
par contact.

*Induktionsfreier Widerstand regelbar
durch Stufenkontakt.*

Resistance, non-inductive, with
moveable-contact adjustment.



50

Inductance réglable par un moyen
quelconque.

*Selbstinduktionsspule beliebiger Re-
gelbarkeit.*

Inductance with any type of
adjustment.

51
(216)

Inductance réglable par contact,
 curseur.

*Selbstinduktionsspule regelbar durch
Stufenkontakt.*

Inductance with sliding-conduct
adjustment.



52

Récepteur téléphonique.

Fernhörer.

Telephone receiver.



71

72	Microphone. <i>Mikrophon.</i> Microphone or transmitter.		Le trait vertical représente la membrane ; le cercle, le boîtier. <i>Der senkrechte Strich bedeutet die Membran ; der Kreis, die Kohlekammer.</i> The vertical line represents the diaphragm ; the circle, the cave.
73	Microtéléphone (Appareil combiné). <i>Mikrotelephon (Handapparat).</i> Microtelephone.		
81	Poste téléphonique. <i>Fernsprechstelle.</i> Subscriber's set.		Symbole général. <i>Allgem. Symbol.</i> General symbol.
82	Poste téléphonique B.L. <i>Fernsprechstelle, OB.</i> Subscriber's set, L.B.		
83	Poste téléphonique B.C. <i>Fernsprechstelle, ZB.</i> Subscriber's set, C.B.		



Poste téléphonique automatique.
Automatische Fernsprechstelle.
Subscriber's set, automatic.

Poste téléphonique B.L. à appel magnétique.
Fernsprechstelle OB mit Induktor-anruf.
Subscriber's set, L.B., magneto calling.

Poste téléphonique B.L. à appel vibré.
Fernsprechstelle OB mit Summer-anruf.
Subscriber's set, L.B., buzzer calling.

Poste téléphonique B.L. à appel combiné.
Fernsprechstelle OB mit komb. Anruf.
Subscriber's set, L.B., magneto and buzzer calling.

84

85

86

87

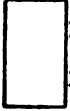
88	Poste téléphonique B.L. avec appel par pile. <i>Fernsprechstelle OB mit Batterie-anruf.</i> Subscriber's set, L.B., with battery calling (with battery call).		Symbole general. <i>Allgem. Symbol.</i> General symbol.
91	Tableau commutateur, <i>Umschaltteschrank.</i> Telephone exchange.		
92	Tableau commutateur B.L. <i>Umschaltteschrank O B.</i> Telephone exchange L.B.		Le trait peut être plus ou moins épais, suivant l'importance de l'installation. <i>Die Dicke der Striche kann nach der Bedeutung der Einrichtung abgestuft werden.</i> The importance of the installation is indicated by the thickness of the line.
93	Tableau commutateur B.C. <i>Umschaltteschrank Z B.</i> Telephone exchange C.B.		
94	Commutateur automatique. <i>Automatische Vermittlungsstelle.</i> Telephone exchange, automatic.		



Tableau commutateur semi-automatique.

Halbautomatische Vermittlungsstelle.
Telephone exchange, auto-manual.

Table interurbaine.

Fernschrank.

Telephone exchange, toll or trunk.

Tableau commutateur B.L. à magnéto.

Umschaltschrank OB Induktor-anruf.
Telephone exchange, L.B., magneto calling.

Tableau commutateur B.L. à appel vibré.

Umschaltschrank O B mit Summer-anruf.

Telephone exchange, L.B., with buzzer calling.

Tableau commutateur B.L. à appel combiné.

Umschaltschrank O B mit komb. Anruf.

Telephone exchange L.B. with magneto and buzzer calling.

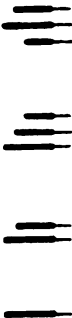
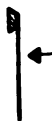
95

96

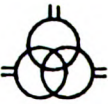
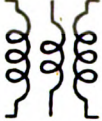
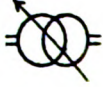
97

98

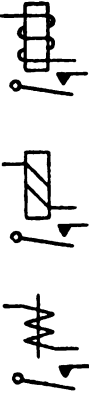
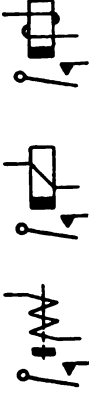
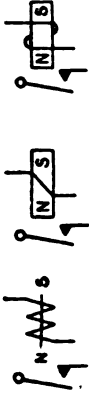
99

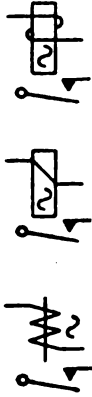
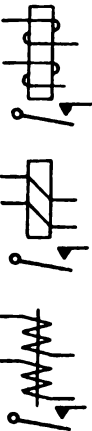
111	Jack. <i>Klinke.</i> Jack.		Symbole général. <i>Allgem. Darstellung.</i> General symbol.
112	Jack. <i>Klinke.</i> Jack.		Symbole simplifié. <i>Vereinfachte Darstellung.</i> Simplified symbol.
113	Fiches. <i>Stöpsel.</i> Plugs.		
114	Fiche de prise de contact. <i>Stecker.</i> Plug, Operator's, 4-way.		
115	Fiche et mâchoire de contact. <i>Stecker mit Blöchse.</i> Plug and jack, 2-way.		
116	Clé à bouton à contact de travail. <i>Taste mit Arbeitskontakt.</i> Press button, « make ».		

117	Clé à bouton à contact de repos. <i>Taste mit Ruhekontakt.</i> Press button, « break ».		
118	Clé à bouton combinée. <i>Taste mit Wechselkontakt.</i> Press button, « make » and « break ».		
119	Clé à retour automatique. <i>Schlüssel mit selbsttätigem Rückgang</i> Key, non-locking.		ex. : clé d'appel. z.B. <i>Rufschlüssel.</i> ex. : ringing key.
120	Clé à enclenchement. <i>Schlüssel mit fester Stellung.</i> Key, locking.		ex. : clé de conversation. z.B. <i>Sprechschlüssel.</i> ex. : speaking key.
121	Clé à 3 positions. <i>Schlüssel mit 3 Stellungen.</i> Key, 3-position.		Les flèches sont facultatives. <i>Die Angabe der Pfeile ist freigestellt.</i> Arrows optional.

131 (401)	Transformateur. <i>Uebertrager.</i> Transformer.		Symbole général. <i>Allgem. Symbol.</i> General symbol. Disposition simplifiée, quand les deux fils d'un circuit sont représentés par un seul trait. <i>Vereinfachte Darstellung, wenn die beiden Drähte durch nur einen Strich dargestellt sind.</i> Simplified figuration, if the two wires are represented by a single line.
132 (401)	Transformateur. <i>Uebertrager.</i> Transformer.		
133 (402)	Transformateur à 3 enroulements. <i>Uebertrager mit 3 Wicklungen.</i> Transformer with 3 windings.		
134 (404)	Transformateur réglable. <i>Regelbarer Uebertrager.</i> Transformer, variable.		

135	Transformateur à noyau de fer. <i>Uebertrager mit Eisenkern.</i> Transformer with iron core.	
136	Transformateur à fer divisé. <i>Uebertrager mit untertheiltem Eisenkern.</i> Transformer with divided iron core.	
137	Transformateur à fer finement divisé. <i>Uebertragen mit fein untertheiltem Eisenkern.</i> Transformer with finely divided iron core.	
141	Contact simple. <i>Einfacher Kontakt.</i> Contact, « make ».	
142	Contact double. <i>Doppelkontakt.</i> Contact, « make » and « break ».	

143	Relais. <i>Relais.</i> Relay. Relais avec indication du sens d'enroulement. <i>Relais mit Angabe der Wicklungsrichtung.</i> Relay with indication of direction of windings.		Symbole général. <i>Allgem. Symbol.</i> General symbol. L'entrée et la sortie du relais peuvent également être figurées du même côté du noyau. <i>Die Punkte, wo der Strom ein- und wieder ausfließt, können auch auf derselben Seite des Eisenkerns angegeben werden.</i> The points at which current enters and leaves the relay may also be shown on the same side of the core. p. ex. : z.B. : e.g. : 
144	Relais à attraction différée. <i>Langsam anziehendes Relais.</i> Relay, slow operating.		The points at which current enters and leaves the relay may also be shown on the same side of the core. p. ex. : z.B. : e.g. : 
145	Relais à relâchement différé. <i>Langsam abfallendes Relais.</i> Relay, slow releasing.		The points at which current enters and leaves the relay may also be shown on the same side of the core. p. ex. : z.B. : e.g. : 
146	Relais polarisé. <i>Polarisiertes Relais.</i> Relay with cores polarized by permanent magnetism.		The points at which current enters and leaves the relay may also be shown on the same side of the core. p. ex. : z.B. : e.g. : 
147	Relais à attraction différée. <i>Langsam anziehendes Relais.</i> Relay, slow operating.		The points at which current enters and leaves the relay may also be shown on the same side of the core. p. ex. : z.B. : e.g. : 

148	Relais à courant alternatif. <i>Wechselstromrelais.</i> Relay, steadily operated by alternating current.		<i>kann auch unten angegeben werden.</i> The armature may also be shown with the pivot at the bottom.
149	Relais insensible au courant alternatif. <i>Relais, unempfindlich gegen Wechselstrom.</i> Relay, unaffected by alternating current.		p. ex. : z.B. : e.g. : 
150	Relais à 2 enroulements actifs. <i>Relais mit 2 sich unterstützenden Wicklungen.</i> Relay with double winding.		
151	Relais à 2 enroulements à action différentielle. <i>Relais mit 2 entgegengesetzt wirkenden Wicklungen.</i> Relay, differential.		
161	Compteur de conversations. <i>Gesprächszähler.</i> Meter or message register.		Symbole général. <i>Allgem. Darstellung.</i> General symbol.

161	Compteur de conversations. <i>Gesprächszähler.</i> Meter or message register.		Symbole détaillé. <i>Ausführliches Symbol.</i> Detailed symbol. Le relais peut être figuré sous l'une des 3 formes du n° 143. <i>Das Relais kann nach einer der mit N° 143 bezeichneten 3 Darstellungen angegeben werden.</i> The relay may be shown in accordance with one of the 3 general symbol forms n° 143.
171	Voyant. <i>Schauzeichen.</i> Indicator, grid or flag type.		Symbole général. <i>Allgem. Symbol.</i> General symbol.
172	Voyant à signalisation. <i>Schauzeichen mit Signalgebung.</i> Indicator, grid or flag type, with alarm contact.		
173	Annonciateur. <i>Klappe.</i> Indicator, Drop.		Symbole général. <i>Allgem. Symbol.</i> General symbol.

173
Annonciateur à volet.
Klappe.
Indicator, drop.



174
Lampe.
Lampe.
Lamp, Signal or resistance.



175
Lampe à éclats.
Flackerlampe.
Lamp, Flicker signal.



Symbole simplifié.

Vereinfachte Darstellung.

Simple form.

Le relais peut être figuré sous l'une des 3 formes du n° 143.

Das Relais kann nach einer der mit N° 143 bezeichneten 3 Darstellungen angegeben werden.

The relay may be shown in accordance with one of the 3 general symbol forms n° 143.

181 (603)	Élément de pile ou d'accumulateur. <i>Primär- oder Sammlerelement.</i> Primary cell or accumulator-cell.		Sauf indication contraire, le trait long et mince représente le pôle positif et le trait court et épais le pôle négatif.
182 (604)	Batterie de piles ou d'accumulateurs. <i>Primär- oder Sammlerbatterie.</i> Battery, Primary cells or accumulators.		Ohne gegenteilige Angabe stellt der längere dünne Strich den positiven u. der kürzere dicke Strich den negativen Pol dar.
183 (605)	Batterie d'accumulateurs à réduction simple. <i>Einfachzellenschalter.</i> Cell switch.		The long thin line should represent the positive pole and the short thick line the negative pole.
184 (600)	Batterie d'accumulateurs à réduction double. <i>Doppelzellenschalter.</i> Double cell switch.		
191	Magnéto, appel magnétique. <i>Induktor, Anruf.</i> Ringing generator.		Symbole général. <i>Allgem. Symbol.</i> General symbol.
192	Appel magnétique série. <i>Induktor in Reihenschaltung.</i> Inductor, series.		Symbole général. <i>Allgem. Symbol.</i> General symbol.

192

Appel magnétique série.
Induktor in Reihenschaltung.
 Inductor, series.



193

Appel magnétique shunt.
Induktor in Nebenschluss-Schaltung.
 Inductor, shunt.



201

Vibrateur générateur.
Polwechsler.
 Pole reverse or reed converter.



202

Interrupteur périodique.
*Periodischer Unterbrecher (Strom-
 sloss-Sender).*
 Interrupter.



Forme détaillée (à titre
 d'exemple).
*Ausführliche Darstellung
 (als Beispiel).*
 Detailed form (e.g.).

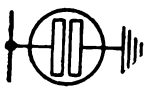
Symbole général.
Allgem. Symbol.
 General symbol.

Forme détaillée (à titre
 d'exemple).
*Ausführliche Darstellung
 (als Beispiel).*
 Detailed form (e.g.).

211 (29)	Sonnerie à courant continu. <i>Gleichstromwecker.</i> Bell D.C.			Symbole général. <i>Allgem. Symbol.</i> General symbol.
212 (29)	Sonnerie à 1 coup. <i>Einschlagwecker.</i> Bell, single stroke.			
213 (29)	Sonnerie à courant alternatif. <i>Wechselstromwecker.</i> Bell, A.C.			
214	Ronfleur. <i>Sumner.</i> Buzzer.			
221 (328)	Coupe-circuit à fusible. <i>Stromsicherung.</i> Cut-out (fuse).			
222	Coupe-circuit placé sur une dérivation. <i>Abzweigsicherung, Batteriensicherung.</i> Cut-out (fuse), Branch.			

223	Coupe-circuit fusible > 1 ampère. <i>Grobsicherung > 1 Amp.</i> Cut-out (fuse) > 1 amp.	
224	Coupe-circuit fusible ≤ 1 ampère. <i>Feinsicherung ≤ 1 Amp.</i> Cut-out (fuse) ≤ 1 amp.	
225	Coupe-circuit fusible à signalisation. <i>Sicherung mit Signalgebung.</i> Cut-out (fuse), with alarm contact.	
226	Bobine thermique. <i>Hitzdrahtspulensicherung.</i> Heat coil.	
231 (335)	Parafoudre. <i>Blitzableiter.</i> Protector.	
232	Parafoudre entre deux fils et la terre. <i>Blitzableiter zwischen zwei Drähten und Erde.</i> Protector between two wires and earth.	

Symbole général.
Allgen. Symbol.
General symbol.

233	Parafoudre à vide. <i>Luftleerblitzableiter.</i> Protector, vacuum.		Forme simple. <i>Vereinfachte Darstellung.</i> Simple form.
241	Disque d'appel. <i>Nummernschalter, Nummernscheibe.</i> Dial.		Forme détaillée. <i>Ausführliche Darstellung.</i> Detailed form.
242	Sélection ou recherche (Sélecteur). <i>Wahl (Wähler).</i> Selection, Retractor switch.		Symbole général. <i>Allgem. Symbol.</i> General symbol.
243	Appareil à position de repos. <i>Apparat mit Ruhesstellung.</i> Apparatus with homing position.		Forme simple. <i>Vereinfachte Darstellung.</i> Simple form.
244	Sélection ou recherche sur un seul niveau. <i>Wahl auf derselben Stufe.</i> Selection on one level.		

Sélection ou recherche sur un seul niveau.

Wahl auf derselben Stufe.

Selection on one level.

Sélection ou recherche sur plusieurs niveaux.

Wahl auf verschiedenen Stufen.

Selection on several levels.

Sélection ou recherche sur plusieurs niveaux.

Wahl auf verschiedenen Stufen.

Selection on several levels.

Appareil à n directions sur le même niveau.

Apparat mit n Verbindungen auf derselben Stufe.

Apparatus indicating number of directions n on one level.

Appareil à n directions sur le même niveau.

Apparat mit n Verbindungen auf derselben Stufe.

Apparatus indicating number of directions n on one level.

Forme détaillée.

Ausführliche Darstellung.

Detailed form.

Forme simple.

Vereinfachte Darstellung.

Simple form.

Forme détaillée.

Ausführliche Darstellung.

Detailed form.

Forme simple.

Vereinfachte Darstellung.

Simple form.

Forme détaillée.

Ausführliche Darstellung.

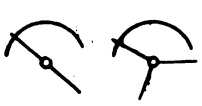
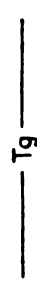
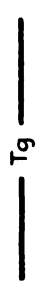
Detailed form.



244

245

246

247	Appareil à plusieurs frotteurs. <i>Apparat mit mehreren Schleifkontakten.</i> Apparatus with several arm wipers.	
301	Circuit téléphonique intérieur. <i>Fernsprechleitung für den innern Verkehr.</i> Telephone circuit for internal traffic.	
302	Circuit téléphonique international. <i>Fernsprechleitung für den zwischenstaatlichen Verkehr.</i> Telephone circuit for international traffic.	
303	Circuit télégraphique intérieur. <i>Telegraphenleitung für den innern Verkehr.</i> Telegraph circuit for internal traffic.	
304	Circuit télégraphique international. <i>Telegraphenleitung für den zwischenstaatlichen Verkehr.</i> Telegraph circuit for international traffic.	

Le trait ne doit être interrompu que pour indiquer le numéro du circuit.

Der Strich soll nur zur Angabe der Leitungsnummer unterbrochen werden.

A number inserted in the broken line serves merely to indicate the number of the circuit.

Câble comprenant 40 conducteurs de 1 mm,3 de diamètre.

Kabel aus 40 Drähten von 1,3 mm Durchmesser.

Cable consisting of 40 wires, each 1,3 mm in diameter.

Circuit réel à 2 fils.

Stammdoppelleitung.

Physical circuit, 2-wire.

305

— 23 —

2 Circuits réels à 2 fils et leur circuit combiné.

2 Stammdoppelleitungen mit Phantomleitung.

2 Physical circuits 2-wire and their phantom circuit.

306

— 23 —
— 23 x 24 —
— 24 —

Circuit réel à 4 fils.

Stammleitung, Vierdraht, aus 2

Stammdoppelleitungen.

Physical circuit, 4-wire.

307

— 23/63 —

2 Circuits réels à 4 fils, et leur circuit combiné.

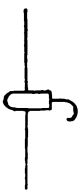
2 Vierdraht-Stammleitungen mit ihrer Vierdraht-Phantom-Leitung.

2 Physical circuits, 4-wire, and their phantom circuit.

308

— 23/63 —
— 23 x 24 / 63 x 64 —
— 24 / 64 —

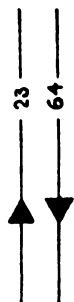
311	Bobine de charge, charge musicale. <i>Pupinspule für sehr leichte Belastung (Musikpupinisierung).</i> Loading-coil with musical loading. 
312	Bobine de charge, charge légère. <i>Pupinspule für leichte Belastung.</i> Loading-coil with extra-light loading. 
313	Bobine de charge, charge mi-forte. <i>Pupinspule für mittelstarke Belastung.</i> Loading-coil with medium-heavy loading. 
321	Circuit krarupisé. <i>Krarup-Leitung.</i> Circuit continuously loaded. 
322	Circuit pupinisé, charge musicale. <i>Sehr leicht pupinisierte Leitung.</i> Circuit, coil-loaded, with musical loading. 

- | | | |
|-----|---|---|
| 323 | <p>Circuit pupinisé, charge légère.
 <i>Leicht pupinisierte Leitung.</i>
 Circuit, coil-loaded, with extra-light loading.</p> |  |
| 324 | <p>Circuit pupinisé, charge mi-forte.
 <i>Mittelstark pupinisierte Leitung.</i>
 Circuit, coil-loaded, with medium-heavy loading.</p> |  |
| 325 | <p>Circuit aérien.
 <i>Freileitung.</i>
 Circuit, open-wire (overhead).</p> |  |
| 331 | <p>Répéteur, 2 fils.
 <i>Zweidrahtverstärker.</i>
 Repeater, 2 wire.</p> |  |
| 332 | <p>Répéteur, 4 fils.
 <i>Vierdrahtverstärker.</i>
 Repeater, 4 wire.</p> |  |

Répéteur 4 fils.

Vierdrahtversärker.

Repeater, 4 wire.



Répéteur sur cordons.

Schnurversärker.

Repeater cord-circuit.



Signaleur à fréquence basse.

Rufübertrager für Niederfrequenz.

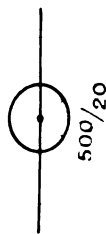
Low-frequency ringer.



Signaleur à fréquence vocale.

Rufübertrager für Tonfrequenz.

Voice-frequency ringer.



Pour le cas où l'on distingue les deux circuits d'aller (➡) et de retour (⬅).

Wenn die Hin- (➡) u. die Rück- (⬅) -Leitung getrennt angegeben werden.

For cases where the two circuits « go » (➡) and « return » (⬅) are separately indicated.

Sélection à distance.

Fernwahl.

Distant selective calling.



Termineur.

Gabelabschluss (Gabel).

Terminating set (4-wire terminations).



Termineur.

Gabelabschluss (Gabel).

Terminating set (4-wire terminations).



Pour le cas où l'on distingue les circuits d'aller et de retour.

Wenn die Hin- (→) u. die Rück (←) -Leitung trennt angegeben werden.

For cases where the two circuits « go » and « return » are separately indicated.

Symbole général, p.ex. ligne artificielle de prolongement.

Allgem. Symbol, z.B. Leitungsverlängerung.

General symbol, e.g. terminal artificial line.



Ligne artificielle.

Künstliche Leitung.

Artificial line.

337

341

342

343

344	Equilibreur. <i>Nachbildung.</i> Balancing network.		
351	Filtre. <i>Filter oder Sieb.</i> Filter.		Symbole général. <i>Allgem. Symbol.</i> General symbol.
352	Filtre passe-haut. <i>Filter, durchlässig für die oberen Frequenzen, Kondensatorbatterie.</i> Filter, high pass.		On peut indiquer la fréquence de coupure. <i>Die Grenzfrequenz kann angegeben werden.</i> Cut-off frequencies indicated thus :
353	Filtre passe-bas. <i>Filter, durchlässig für die unteren Frequenzen, Spulenbatterie.</i> Filter, low pass.		p.ex. : z.B. : e.g. :
354	Filtre de bande. <i>Bandfilter oder Siebkette.</i> Filter, band pass.		
355	Suppresseur d'écho. <i>Echosperre.</i> Echo suppressor.		

REVUE DES PÉRIODIQUES.

L'électrification des chemins de fer (Godfernaux, *Revue générale des chemins de fer*, extrait du numéro spécial [juillet 1928] publié à l'occasion du cinquantenaire de sa fondation et contenant une magnifique étude d'ensemble sur le développement des chemins de fer français de 1878 à 1928). — *Le programme de 1920*. — L'électrification se bornait, sur les grands réseaux français, à la veille de la guerre, à un certain nombre de lignes du réseau du Midi (Villefranche à Bourg-Madame, Perpignan à Villefranche, Lourdes à Pierrefitte), à la ligne très spéciale de montagne de St-Gervais à Chamonix sur le P.L.M., et à quelques lignes isolées de banlieue : Paris—Versailles de l'ancien Ouest et Paris—Juvisy du P.O.. Les types de courant adoptés étaient d'ailleurs différents, le Midi s'étant rallié au monophasé à 12.000 volts, le P.O. au continu de 600 volts.

Néanmoins, des projets beaucoup plus vastes s'élaboraient déjà, en particulier sur le Midi et sur le P.O., lorsque la guerre vint détourner à son profit tous les efforts.

La question, reprise seulement en 1918, reçut pourtant à ce moment une impulsion nouvelle, due aux difficultés auxquelles on se heurtait en matière de combustible, au triple point de vue de son prix, de sa qualité et de sa quantité. Une commission spéciale d'études fut constituée par le ministère des travaux publics. Des missions furent envoyées à l'étranger, et en particulier aux Etats-Unis. Malgré les divergences constatées entre les divers systèmes étrangers, une solution rallia finalement tous les suffrages, quant au type de courant à adopter : le continu à 1.500 volts fut choisi, essentiellement parce qu'il permettait de relier l'électrification des réseaux au plan général d'électrification de la France, en utilisant comme courant primaire le triphasé à haute tension produit par les centrales électriques du pays.

Le courant à haute tension est transformé dans des sous-stations

en courant continu à 1.500 volts, tension à ne pas dépasser, en cas d'utilisation d'un troisième rail. Toutefois, la tension de 3.000 volts pourra être employée sur certains points spéciaux où elle paraîtra plus avantageuse. Enfin le courant primaire normal est le triphasé à 50 périodes, et il a été entendu que les locomotives seraient équipées pour circuler aussi bien sur les lignes à troisième rail que sur des lignes à caténaires.

C'est sur ces bases que fut fixé le programme dit « de 1920 », qui comporte l'électrification d'environ 9.000 kilomètres de lignes, non comprises les lignes de la banlieue parisienne. Ces 9.000 kilomètres se répartissent à peu près également entre les trois réseaux les plus proches des réserves hydrauliques de France : le Midi, le P.O. et le P.L.M.

L'état actuel de l'électrification. — Malgré le changement complet de front qui résultait, pour le Midi, des nouvelles conditions réglementaires d'électrification, il se mit rapidement en mesure de substituer de nouvelles installations aux anciennes, et il a conservé une certaine avance en matière d'électrification. Actuellement, 768 kilomètres de lignes y sont électrifiés, grâce à des installations purement hydrauliques ; 672 kilomètres de lignes de transport à 150.000 volts relient les usines pyrénéennes à Bordeaux et à Toulouse ; 750 kilomètres de lignes de transport à 60.000 volts distribuent le courant le long des lignes ⁽¹⁾.

La compagnie va d'ailleurs poursuivre activement son électrification, et 1.100 kilomètres nouveaux sont prévus pour être exécutés en cinq ans, dans le programme qui a été arrêté, ce qui portera à 1.950 kilomètres, soit près de la moitié de la longueur du réseau, l'étendue des lignes électrifiées.

Des locomotives à grande vitesse, telle que la puissante 2C2 à transmission par engrenages, dont il est donné la reproduction ici avec ses caractéristiques (fig. 1), remorquent les grands trains de Bordeaux à Hendaye et de Toulouse à Dax ; des automotrices ont remplacé les machines à vapeur de Montréjeau à Luchon, de Lanne-

1. Ces chiffres sont empruntés à la note parue dans le numéro spécial de *La houille blanche*, sous la signature de M. Paul, directeur de la Compagnie des chemins de fer du Midi.

mezan à Arreau, de Tarbes à Bagnères, de Lourdes à Pierrefitte, de Lamothe à Arcachon et de la Négresse à Biarritz.

Les travaux ne cessent, d'ailleurs, de progresser. Le premier transpyrénéen va être inauguré prochainement entre Bedous et Canfranc et la compagnie compte entreprendre prochainement l'électrification de sa grande ligne de Béziers à Neussargues.

Sur le P. O., les lignes électrifiées doivent être alimentées à la fois par la centrale thermique de Gennevilliers et les centrales hydrau-

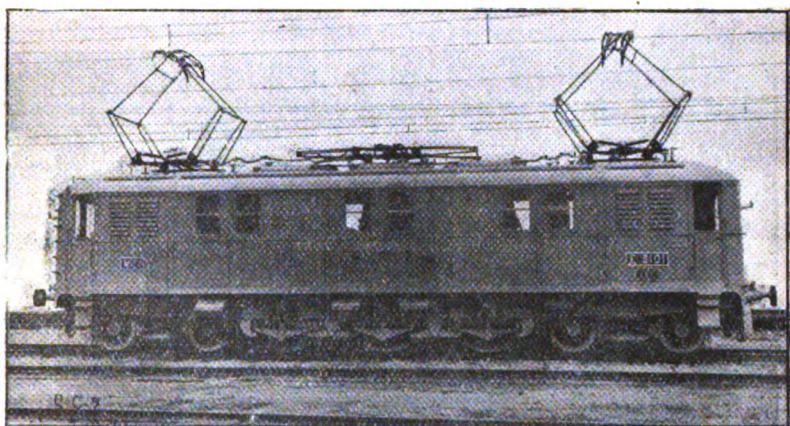


Fig. 1. — Locomotive électrique à grande vitesse de la compagnie du Midi, du type 2C2, en service en 1928.

liques du massif Central (Eguzon et Coindre, notamment). Le transport de l'énergie est effectué par une ligne à 150.000 volts et par un réseau secondaire à 90.000 volts. Tous les trains sont à traction électrique sur la ligne de première importance de Paris à Vierzon. L'électrification va continuer sur cette ligne jusqu'à Brive, pour rejoindre les usines de la Haute-Dordogne. On peut déjà inscrire 230 kilomètres au bilan de l'électrification de ce réseau. Ci-joint la photographie d'une des belles locomotives électriques en service sur le P.O. (fig. 2).

Quant au P.L.M., sa première ligne électrifiée doit être celle de Culoz à Modane, dont la section Chambéry—St-Pierre-d'Albigny est déjà équipée. Il est prévu, pour un temps relativement proche, l'électrification des lignes de Cannes à Grasse et de Carnoules à Vintimille,

et, pour plus tard, celle de la grande ligne Lyon—Marseille—Vintimille, ainsi que de quelques lignes secondaires. La ligne de Culoz à Modane est une remarquable ligne d'essais pour l'électrification, avec son profil très varié et son caractère de grande ligne internationale. Les lignes de la région de Nice, d'autre part, appellent cette mesure indispensable pour développer leur trafic au moyen de trains fréquents, accélérés et confortables.

Il faut signaler que, tandis que le système d'alimentation par caténaire a reçu la préférence du Midi et du P.O. (entre Paris et

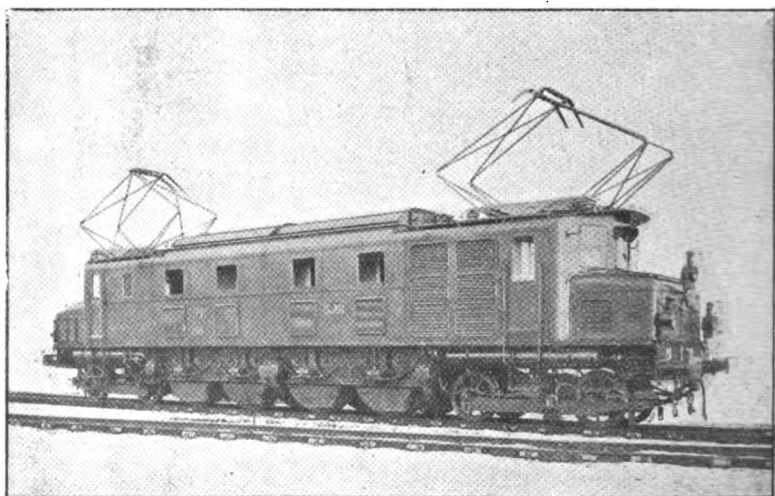


Fig. 2. — Locomotive électrique à grande vitesse de la compagnie d'Orléans, du type 2D2, en service en 1928.

Vierzon), le P.L.M. a choisi la prise de courant par troisième rail, malgré ses quelques inconvénients, à cause de la simplicité des opérations de pose, de surveillance et d'entretien.

Au point de vue du matériel de traction, le P.L.M. étudie également plusieurs systèmes. Il poursuit ses essais avec deux locomotives 242, l'une à transmission par engrenages et arbres creux, l'autre par bielles, ainsi qu'avec une autre locomotive à vitesse modérée répondant au symbole 161.

Notons enfin que le réseau de l'Etat a électrifié sa banlieue pari-

sienne en employant aussi le troisième rail, électrification limitée sans doute, mais qu'il convenait de signaler, car elle marque un sérieux progrès dans le débit de ces lignes chargées. Ce réseau va substituer, ce mois-ci, la traction électrique à la traction à vapeur sur la ligne de Paris à Versailles (R.D.) et de Paris aux Moulins. 90 kilomètres, correspondant à 15.000 trains-kilomètres journaliers seront donc en service sur l'Etat.

A l'heure actuelle, 1.066 kilomètres de lignes françaises sont électrifiées. C'est peu encore par rapport aux 9.000 envisagés en 1920. Mais c'est beaucoup si l'on tient compte des difficultés financières de l'après-guerre ; c'est beaucoup si l'on considère que ce chiffre a placé la France au premier rang des pays d'Europe dans ce domaine.

Le grand électro-aimant de l'académie des sciences (L'électro-aimant le plus puissant du monde) (*Revue scientifique*, 28 juillet 1928). — M. Cotton a annoncé à l'académie des sciences, dans la séance du 9 juillet, que le grand électro-aimant qu'il a fait construire pour elle, grâce à des fonds provenant de la souscription nationale de la journée Pasteur, vient d'être terminé : il vient d'être installé à la place qui lui était réservée à Bellevue à l'Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions, dirigé par M. J.-L. Breton.

Les physiciens se servent constamment, dans leurs recherches, de champs magnétiques ; il leur faut des champs intenses, mesurés par un grand nombre de gauss ; mais cela ne leur suffit pas : il faut encore que l'espace où ce champ est utilisé, l'entrefer de l'électro-aimant, soit aussi étendu que possible. Si les pièces polaires de cet instrument, pièces de forme tronconique, pouvaient être travaillées au tour d'une façon parfaite de façon à satisfaire le géomètre le plus exigeant, et si le diamètre et la distance des facettes terminales limitant l'entrefer utile pouvaient être réduits indéfiniment, n'importe quel instrument, même tout petit, donnerait des champs qui croîtraient sans limite. La question si souvent posée : « Quel champ donne votre électro-aimant ? » ne peut recevoir de réponse que si l'on précise en même temps les dimensions de l'entrefer. Pratiquement, les tout petits entrefers ne peuvent jamais servir. Non seulement il

faut de la place pour loger les appareils qu'on doit utiliser dans le champ magnétique, mais, dans beaucoup de recherches, la grandeur même des phénomènes qu'on étudie dépend directement des dimensions de ce champ. C'est en vue de telles recherches, par exemple de celles où l'on étudie l'action du champ magnétique sur les propriétés optiques des milieux transparents, que le grand électro-aimant a été construit ; son but apparaît aussi nettement distinct de celui que M. Kapitza s'est proposé à Cambridge.

Il y a longtemps déjà que M. Cotton demandait la construction d'un gros électro-aimant ayant des noyaux de l'ordre d'un mètre de diamètre. En 1914, la campagne qu'il poursuivait depuis plusieurs années a été sur le point d'aboutir. L'université de Paris avait mis en réserve dans ce but 50.000 francs prélevés sur le legs Commercy. Le président de l'académie des sciences, qui était alors M. P. Appell, avait constitué une commission de savants éminents qui avaient tenu en 1914 une série de séances au cours desquelles on avait examiné « les conditions dans lesquelles pourrait être réalisé un électro-aimant d'une puissance exceptionnelle ». M. Pierre Weiss, professeur à la faculté des sciences de Strasbourg et membre de l'académie des sciences, M. A. Picard, de Zurich (maintenant professeur de l'université de Bruxelles), avaient étudié avec soin un avant-projet qui avait été approuvé par la commission. Enfin le prince Roland Bonaparte s'intéressait vivement à l'œuvre entreprise et désirait y attacher son nom ; il avait promis de fournir les moyens financiers nécessaires. Mais à ce moment même la guerre éclata.

Après la fin des hostilités, M. A. Cotton reprit son ancien projet et fit appel aux fonds de la journée Pasteur. Un crédit d'un million de francs fut accordé, et il put dès lors consacrer tous ses efforts à la réalisation du gros électro-aimant. Mais il fallait modifier le projet primitif : il parut impossible de construire et surtout d'installer à la place prévue la lourde culasse en une pièce, du poids de 60 tonnes, indiquée dans le projet de 1914. En outre, des travaux sur la production des champs magnétiques avaient paru depuis cette date, et l'on pouvait se demander si la solution à laquelle on s'était arrêté était toujours la meilleure. Une nouvelle étude s'imposait : elle a été faite par M. Cotton avec la collaboration constante de M. Mabboux, ingé-

neur attaché à la section de physique de l'Office national des recherches et inventions.

Une fois le nouveau modèle choisi, une réduction au quart, sorte de maquette du gros instrument, fut entièrement construite dans les ateliers de l'Office national des recherches et inventions, et l'on fit sur cet appareil les retouches successives et les essais systématiques nécessaires pour répondre aux diverses questions posées.

Cette étude a apporté des renseignements intéressants d'ordre général, sur la construction des électro-aimants, petits ou grands et sur la théorie elle-même de ces instruments. On a constaté, par exemple, que les noyaux cylindriques ou tronconiques donnaient, contrairement à ce qu'on avait pensé, des résultats très voisins ; que la culasse n'a décidément pas, pour la production du champ, l'importance que certains lui attribuaient, et qu'elle ne sert souvent qu'à éviter les inconvénients d'un champ magnétique parasite au voisinage de l'instrument, etc... Au point de vue théorique, le résultat le plus important, c'est que la notion de circuit magnétique, si précieuse pour le calcul des transformateurs, est à peu près inutile quand il s'agit d'un tel électro-aimant de laboratoire. Dans ce cas, c'est un autre calcul qui est alors indispensable : celui du champ direct que produisent les bobines magnétisantes au centre de l'instrument.

Il fut ensuite relativement facile d'établir le projet d'un gros électro-aimant lui-même. Il fut plus difficile de le faire exécuter, car les prix de toute chose s'élevaient sans cesse et les machines-outils des ateliers de l'Office national des recherches et inventions étaient absolument insuffisantes pour usiner de telles pièces. Il fallut s'adresser, pour les diverses pièces les plus importantes, à différents constructeurs acceptant d'exécuter à des prix avantageux des commandes n'ayant aucun intérêt commercial. La Compagnie française Thomson-Houston fut chargée finalement de l'exécution de l'ensemble et le travail fut poursuivi avec rapidité dans ses ateliers de Saint-Ouen.

La forme choisie pour le gros électro-aimant est la suivante. Qu'on imagine une sorte de cage, de section presque carrée de près de 3 mètres de côté, formée par quatre poutres horizontales en acier coulé de 40 centimètres de côté, réunies à leurs extrémités par des entretoises rigides. Sur les deux poutres inférieures, glissent deux

montants verticaux portant à la fois des noyaux et des bobines. D'autres poutres horizontales, plus larges, des longerons, également en acier doux, forment les unes le plancher, les autres le plafond de la cage. Pendant le glissement des montants, leurs faces supérieures et inférieures, dressées, viennent frôler les faces correspondantes de ces larges longerons. Leur rôle est d'accroître la section de la culasse. Cette forme d'électro-aimant, peu pratique pour un petit électro-aimant parce que la cage gêne quand on veut manier des objets placés dans l'entrefer, le devient pour un gros : en effet, l'opérateur peut alors pénétrer lui-même dans la cage, passer entre les bobines et entre les pôles. Les faces en regard des bobines, hautes de 1^m,90, laissent entre elles, en effet, un couloir dont la largeur, toujours plus grande que 41 centimètres, peut atteindre 1^m,25.

Ces bobines sont enroulées sur une carcasse de bronze ; leurs joues sont en aluminium. L'enroulement est formé par un tube de cuivre électrolytique, de section carrée, dans lequel on fait circuler de l'eau : c'est la disposition toujours employée dans les électro-aimants Weiss. L'enroulement comporte une longueur utile de 5^m,5 pesant 8.600 kilos. La section du conducteur est un carré de 1^{cm},55 de côté, et le canal cylindrique central a 8^{mm},9 de diamètre.

Les faces terminales des pièces polaires ont des diamètres variant entre 75 centimètres pour les grandes pièces plates et 3 millimètres pour les plus petites. Toutes celles dont le diamètre est inférieur à 250 millimètres seront en ferrocobalt, le métal dont P. Weiss a découvert les précieuses propriétés (l'aimantation qu'il prend dans un champ donné est supérieure de 10 % à celle du fer pur). La préparation de cet alliage, surtout en pièces de cette importance, exige des précautions particulières ; c'est grâce à la collaboration de M. Charpy, de l'académie des sciences, que toutes les difficultés ont été levées.

Le poids total de l'instrument est à peu près de 115 tonnes. La puissance électrique des deux groupes qui l'alimentent actuellement à Bellevue est de 100 kilowatts. Les mesures précises de champ n'ont pas encore été faites dans de petits entrefers. Celles qui ont été faites dans des entrefers étendus ont donné exactement le résultat qu'on attendait et qu'on déduisait de l'étude faite sur le modèle réduit.

Indiquons, par exemple, qu'on obtient 46.400 gauss dans un volume cylindrique ayant 4 centimètres de diamètre et 2 centimètres de hauteur. Des champs de cette intensité avaient été réalisés déjà, mais dans des intervalles bien trop petits pour qu'on pût les utiliser.

Aux champs ainsi réalisés dès à présent, il faut ajouter l'appoint très important que fourniront des bobines supplémentaires placées dans l'entrefer. Le choix de ces bobines (relativement peu coûteuses) dépend de la nature des expériences. Elles ne sont pas encore construites ; on a simplement fait les études préliminaires relatives à leur fonctionnement. Mais, dès à présent, M. J.-L. Breton a fait installer, dans la station de recherches qui se trouve précisément non loin de l'électro-aimant sur les terrains de l'Office national des recherches et inventions, de puissants groupes de transformation ne donnant pas ensemble moins de 2.500^{kVA} , ils serviront à alimenter ces bobines supplémentaires.

Ajoutons que, sur l'emplacement de l'électro-aimant lui-même, entre les piliers qui servent à le supporter, se trouve, dans une chambre spéciale, une table qui portera la fonte et le châssis d'un grand spectrographe vertical à auto-collimation. Pour installer ce spectrographe, on a construit un puits de 9 mètres de profondeur, soigneusement clos et bien étanche, dont la température constante permettra des recherches d'optique très délicates. En outre, pour travailler avec un électro-aimant, il faut des appareils : ceux qui serviront à Bellevue seront prêtés par le laboratoire des recherches physiques de la faculté des sciences. Pour aménager les salles de travail où ils seront placés, pour acquérir certains instruments spéciaux, des crédits ont été accordés à l'université de Paris, sur les fonds de la taxe d'apprentissage, par le ministère de l'instruction publique.

On voit que l'ensemble de cette installation, par les dimensions de l'instrument principal, par la puissance qu'il mettra en jeu, par les diverses facilités qu'apporte le choix de son emplacement, dépasse largement ce dont on disposait jusqu'à présent. Les travailleurs qui pourront bientôt en profiter n'oublieront pas que, si cette réalisation a pu être faite, c'est grâce à la journée Pasteur. Leur souvenir reconnaissant ira à tous ceux qui ont participé à l'organisation de cette journée, en même temps qu'à ces milliers de donateurs qui ont fait

ce jour-là, pour nos laboratoires, un geste généreux en souvenir du grand savant qui, pour tant de Français, personnifie la science même.

Voici quelques chiffres relatifs au grand électro-aimant :

Noyaux tronconiques forgés :

Diamètre moyen	mètres	0,94
Grand diamètre	—	1,21
Petit diamètre	—	0,75
Longueur	—	0,65
Poids appr. des 2 noyaux.....	tonnes	7
Tubes centraux	—	2,5
Culasse en acier doux moulé poids total.....	—	50
Montants en acier doux moulé poids total.....	—	30
Entretoises en acier doux moulé poids total.....	—	6
Bobines en acier doux moulé diamètre extérieur maximum.	mètres	1,90
Poids du cuivre électrolytique.....	tonnes	8,6
Nombre total de spires	tours	1.250
Section du conducteur carré (à coins arrondis) côté	centimètres	1 55
Diamètre du trou	centimètres	0,89
Courant employé à Bellevue actuellement.....	ampères	400
Tension employée à Bellevue actuellement.....	volts	240
Densité du courant (en amp. par m/m carré).....		2,3
Puissance électrique (en amp. par m/m carré)....	kilowatts	96
Résistance de l'enroulement à 20° C.....	ohms	0,6
Pression de l'eau.....	kg par cmq	1
Débit approximatif	litre par sec.	1
Élévation de température.....	degrés	25
<i>Encombrement total (y compris les organes de manœuvre) :</i>		
Longueur (approx.)	mètres	6,30
Largeur.....	—	2,75
Hauteur totale	—	2,75
Hauteur des long-rons du bas (situés au-dessous du niveau du sol).....	—	0 40
<i>Poids globaux :</i>		
Fer environ	tonnes	105
Cuivre	—	9
Divers	—	6
Ensemble.....	tonnes	120

INFORMATIONS.

Nouveaux timbres-poste français. — Trois nouveaux timbres-poste, avec surtaxe au profit de la Caisse d'amortissement, ont été mis en vente à partir du 1^{er} octobre :

40^c + 10^c : semeuse à fond mat, mauve,

50^c + 25^c : semeuse à fond azuré, marron clair,

1^f,50 + 50^c : Pasteur, violet.

Poste aérienne. — Une ligne postale aérienne Marseille—Alger fonctionne depuis le 19 août dernier ; les départs ont lieu le dimanche de chaque semaine dans le sens Marseille—Alger et le mercredi de chaque semaine dans le sens Alger—Marseille.

Les chèques postaux français. — Le service français des chèques postaux a donné les résultats suivants pendant les six premiers mois de l'année courante : 24.833 nouveaux comptes ont été ouverts ; plus de 42 millions d'opérations ont été effectuées au lieu de 37 millions pendant la période correspondante de 1927 ; le montant total des opérations s'est élevé à 173.218.764.794^f,03, alors qu'il n'avait atteint que 159 milliards 758 millions pendant les six premiers mois de l'année écoulée ; le montant des opérations liquidées sans emploi de signes monétaires a été de 140.742.258.297^f,48, représentant 81 % du montant total des opérations.

Les chèques postaux internationaux. — Des virements postaux peuvent maintenant être effectués entre les comptes-courants postaux tenus par les bureaux de chèques de France et d'Algérie et les comptes-courants postaux tenus en Belgique, en Suisse, en Allemagne, aux Pays-Bas, en Suède et au Danemark. La mise en vigueur de ce nouveau service a eu lieu le 16 août dans les relations avec la Belgique et la Suisse, le 20 août dans les relations avec l'Allemagne, et le 1^{er} septembre avec les Pays-Bas, la Suède et le Danemark.

Les titulaires de comptes en France et en Algérie utilisent, à cet effet, le chèque de virement ordinaire, qui doit être revêtu, en gros caractères, de la mention « International ».

Le montant du virement peut, au gré de l'expéditeur, être exprimé, sur le chèque, en francs français ou en monnaie du pays de destination.

Les avis de virement peuvent comporter, au verso, une correspondance du tireur au bénéficiaire ; ces avis seront transmis en exemption de taxe.

Le montant des virements n'est soumis à aucune limitation. La taxe applicable est fixée à 50 centimes par 500 francs français ou fraction de 500 francs en excédent, avec minimum de perception d'un franc. Elle est prélevée sur le compte-courant du tireur.

Autonomie du budget de l'administration polonaise des P.T.T. — Depuis le 1^{er} juillet dernier, l'administration des postes, télégraphes et téléphones de Pologne est devenue une entreprise d'Etat indépendante, sous la désignation « Postes, télégraphes et téléphones polonais ». L'entreprise possède tous les droits juridiques d'une personne morale et a son siège social à Varsovie. Elle peut emprunter à court terme et à long terme pour se procurer les ressources nécessaires à l'extension de ses services ; mais les emprunts remboursables à longue échéance doivent être autorisés par une loi spéciale. Les recettes de l'administration ne doivent pas servir seulement à couvrir tous les frais d'exploitation, mais elles doivent encore assurer le paiement des intérêts et l'amortissement des sommes empruntées pour les besoins de l'entreprise. Par des prélèvements annuels sur les bénéfices d'exploitation, il sera constitué peu à peu un capital de réserve, un fonds destiné au perfectionnement du matériel et de l'outillage, et un fonds d'investissement en vue de l'extension des divers services. Dans l'article 13 de la loi consacrant cette autonomie, sont contenues les prescriptions relatives à la détermination du bénéfice net, lequel doit être reporté aux recettes du budget général de l'Etat. Les agents de l'administration des postes, télégraphes et téléphones polonais sont considérés comme employés de l'Etat. (*Deutsche Verkehrszeitung.*)

BIBLIOGRAPHIE.

Vestiges of pre-metric weights and measures, persisting in metric-system of Europe (1926-1927), by ARTHUR E. KENNELLY, professor of electrical engineering at Harvard University. New York, The Macmillan Company.

M. Arthur E. Kennelly est bien connu des fonctionnaires de l'administration des P.T.T., puisqu'il a fait un cours à l'Ecole supérieure des P.T.T. comme professeur d'échange : son enseignement a été suivi avec intérêt et profit, non seulement par les élèves-ingénieurs, mais encore par un certain nombre de fonctionnaires et ingénieurs en service et de tout grade. M. Kennelly, comme tous les savants des Etats-Unis, est favorable au système métrique ; mais il s'est formé en 1917 un institut, l'American institute of weights and measures, représentant un groupe de grands manufacturiers des Etats-Unis, avec le but de promouvoir une sage législation, afin de conserver et d'améliorer le système d'unités de poids et mesures anglais et de faire opposition à tout projet de loi précipité et inconsidéré tendant à changer ces unités. Contre le système métrique, on invoque la tradition, le sentiment national, le désir d'hégémonie commerciale et industrielle dans les deux Amériques et dans le bassin du Pacifique, l'intérêt des industriels américains, qui ne peuvent adopter des modèles métriques sans de grands frais, avec une grande confusion et des répercussions difficiles à prévoir. Le système anglais a eu un développement naturel, tandis que le système métrique est une création artificielle. On va même jusqu'à affirmer que le système métrique n'est pas d'un usage aussi général que l'on pourrait croire dans les pays où la loi l'a cependant rendu obligatoire et que l'on trouve partout dans l'Europe continentale des vestiges des anciennes mesures. Quelques exemples troublants ont vivement impressionné le public des Etats-Unis et M. Kennelly a profité d'un séjour qu'il

devait faire en Europe pour examiner lui-même cette question et recueillir des témoignages autorisés. C'est le résultat de cette enquête qu'il livre aujourd'hui à l'appréciation de ses compatriotes. Cette question ne peut non plus nous laisser indifférents.

Ces survivances ne peuvent être niées ; mais il convient d'en apprécier la portée. Je citerai trois exemples :

1° Dans l'imprimerie, on conserve le point Didot, qui est le sixième d'une ligne de l'ancien pied du roi. Cependant le point de l'Imprimerie nationale est de 0^{mm},04 ;

2° Les paysans de certaines contrées conservent encore dans la conversation, surtout les gens âgés, d'anciennes dénominations de mesures agraires ; par exemple, à Nîmes l'héminée ; mais le secrétaire de la chambre de commerce, consulté, en ignore la valeur ;

3° La marine française fait tous ses calculs de tonnage en mesures métriques, mais transforme le résultat final en mesures anglaises. Cette décision, prise en 1872, a pour objet de se conformer au Merchant Shipping Act of the British Marine de 1854, afin de faciliter l'établissement et la comparaison des statistiques.

Au point de vue industriel, il y a un inconvénient à la coexistence du système métrique et du système anglais ; ainsi, j'ai pu constater moi-même, dans l'une des principales fabriques de roulements à billes de Paris, deux magasins d'approvisionnement distincts, à peu près d'égale importance, l'un pour le continent, l'autre pour les pays de langue anglaise. Le nombre des numéros est ainsi fâcheusement exagéré.

En ce qui concerne l'application, on remarquera que le système métrique n'a été introduit qu'avec beaucoup de ménagements ; si la loi fondamentale est du 18 germinal an III (7 avril 1795), on a toléré d'anciennes dénominations à condition que les instruments de mesure correspondants eussent une capacité métrique, voisine de l'ancienne en nombre rond, et c'est en 1840 seulement qu'il a été établi des pénalités ; enfin il n'y a que quelques années que toute trace d'anciennes mesures, avec des exercices de conversion, a été supprimée de l'enseignement primaire.

On trouve encore en France des cantons où les vieilles gens ont conservé, dans la conversation, l'habitude de locutions concernant

les anciennes mesures ; et, bien que ces termes ne soient plus employés dans les actes notariés, les recueils d'usages ruraux, établis par les juges de paix et approuvés par l'autorité préfectorale, ont soin de donner les valeurs métriques correspondantes, résultant des coutumes locales, afin qu'il y ait une base certaine pour le règlement des différends.

M. Kennelly a poursuivi son enquête dans tous les pays de l'Europe continentale, et on lira avec le plus grand profit les nombreux témoignages qu'il a recueillis auprès des personnes les plus qualifiées et qu'il a réunis en un petit livre de 200 pages. La notoriété de l'auteur me dispense de faire la recommandation de l'ouvrage ; on peut dire que ces recherches, par certains côtés, touchent à l'archéologie. Mais je désire expliquer un singulier aspect juridique de la question, j'allais dire du procès, aux Etats-Unis.

Si nous ouvrons le *Standard handbook for electrical engineers* de Frank F. Fowle (janvier 1917), section 1, page 32, nous lisons en note au tableau 119, mesures de longueur : Rigoureusement parlant il y a une faible différence entre les inch, foot, yard, etc... d'Angleterre et des Etats-Unis. On y lit encore, art. 106 : longueur métrique : 1 mètre = 39,37 U.S. inches. Ce document peu suspect nous renseigne sur l'opinion publique en Amérique.

Mais alors intervient M. Samuel S. Dale, qui proteste énergiquement. Nous citerons en particulier la communication qu'il a faite le 5 décembre 1918 devant l'*American Society of mechanical engineers*, de New York. Que le yard anglais et celui des Etats-Unis soient différents l'un de l'autre, c'est, dit-il, une croyance erronée, répandue par une véritable conspiration, la confusion venant d'une ordonnance prise induement par le *superintendent* T. C. Mendenhall, qui, en la signant, a volontairement excédé le cercle de ses attributions. Telle est l'accusation.

Voici les faits tels qu'ils paraissent ressortir du réquisitoire dressé par Samuel S. Dale (15 mars 1927, la conspiration de Mendenhall).

Au commencement était le yard, et le yard était anglais, et il a été apporté parmi nous avec l'*avoir du pois pound* par les premiers colons à Jamestown et à Plymouth, et les lois coloniales l'ont reconnu, et des étalons scellés à Londres ont été fournis ; la sécession n'a rien

changé à cet état de choses. On peut alléguer divers textes postérieurs au 4 juillet 1776 et, si, dans certains états, on a respecté certains usages de France et d'Amérique, cela n'infirmes en rien la thèse. Le Congrès n'a pas légiféré d'une façon expresse ; mais c'était bien inutile. D'ailleurs, la loi du 19 mai 1928 a fait du *troy pound*, venu de Londres en 1927, l'étalon pour la monnaie des Etats-Unis. Enfin, en 1855, le gouvernement de la Grande-Bretagne a envoyé aux Etats-Unis des reproductions des étalons reconstitués. On sait qu'en 1834 les anciens étalons avaient été détruits dans l'incendie du parlement.

Nous arrivons ainsi à la loi du 28 juillet 1866, qui a donné une existence légale au système métrique, l'autorisant pour les marchés et contrats légaux et définissant le mètre comme équivalent à 39,37 inches, le kilogramme comme équivalent à 2,2046 pounds.

Voilà donc quelle était la situation, lorsqu'un vigoureux coup de barre fut donné en 1893 par T. C. Mendenhall, superintendant des Poids et Mesures des Etats-Unis, dans l'intention délibérée de diriger le navire dans le port du système métrique international.

M. H. J. Chaney était alors conservateur des étalons anglais. En janvier 1893, il pressentit les Etats-Unis, par une lettre adressée à M. Mendenhall, pour savoir s'ils consentiraient à s'unir à la Grande-Bretagne pour comparer au mètre étalon les étalons du yard de Londres et de Washington. A quoi Mendenhall répondit que cette comparaison, en ce qui concernait les Etats-Unis, était bien superflue, puisque le rapport du yard au mètre avait été fixé par la loi.

L'équivalence est de 39,37 inches au mètre, comme nous venons de le rappeler et c'est ce qui fait dire à M. Ch.-Ed. Guillaume, en toute bonne foi, que les unités fondamentales du système des Etats-Unis ont été définies en fonction des unités métriques.

Quelque temps après, le 5 avril 1893, M. Mendenhall signa une ordonnance, posant que les deux étalons nouveaux du mètre et du kilogramme reçus en 1889 seraient désormais considérés comme les étalons fondamentaux des Etats-Unis, d'où le yard et le pound seraient dérivés. Le bureau international des Poids et Mesures avait, en effet, fait exécuter trente séries de reproduction du mètre en platine irradié et deux d'entre elles, accompagnées d'une table de correction, étaient destinées à Washington.

Il faut expliquer maintenant qu'en septembre 1894 le Comité des Poids et Mesures d'Angleterre insista pour la comparaison du yard, étalon de Londres, avec le mètre étalon. Comme le yard étalon ne pouvait évidemment quitter Londres, la comparaison fut faite indirectement par M. H.-J. Chaney et M. Benoît. Le résultat fut le suivant :

Le mètre vaut 39,370113 inches anglais ;

Le mètre vaut 39,370113/3600 de yard.

M. Samuel S. Dale en conclut : Le yard américain est le yard anglais, car l'autorité du Congrès en cette matière est exclusive, comme cela résulte de la constitution et des articles de la confédération, qui portent : « Le Congrès a pouvoir de battre monnaie, de régler la valeur de la monnaie, de fixer le standard des poids et mesures. » Des légistes admettent même que ce droit ne va pas jusqu'à lui permettre de remplacer par un autre entièrement neuf le système dont la population se sert. Or le Congrès n'a jamais délégué son autorité, et il n'en aurait pas eu la faculté. Et par suite, puisque le yard n'a pas changé, c'est que le mètre introduit par l'acte de 1866 diffère du mètre international. Il est donc faux de prétendre que les systèmes anglais et des Etats-Unis sont distincts. M. Mendenhall, par son ordonnance de 1893, a commis une sorte de forfaiture.

M. Samuel S. Dale repousse avec vivacité l'idée de s'en remettre au Bureau of standards de Washington, trop suspect d'être favorable au système métrique, et demande l'intervention directe du Congrès ; il réclame une comparaison du yard de Washington avec le mètre international ; il propose en exemple la Russie, qui a fait reporter sur son étalon la demi-sagène (42 pouces) de Pierre le Grand et le mètre ; mais surtout, il demande que le superintendant des Poids et Mesures imite son collègue anglais, qui a formulé la véritable règle de conduite d'un conservateur lorsqu'il a dit : Nous ne nous occupons que d'obéir aux actes du parlement, sans essayer de faire prévaloir une nouvelle législation.

Ceux qui sont versés dans l'étude du droit public américain pourront donner leur avis ; quant à nous, nous nous abstiendrons de tout commentaire.

Il serait utile que des personnes compétentes prissent connaissance des divers mémoires de Samuel S. Dale, afin de bien comprendre

comment la question se pose aux Etats-Unis. Je cite les principaux :

Confusion of German weights and measures (dans l'industrie textile, la situation prépondérante des pays de langue anglaise oblige l'Allemagne à recourir à des calculs où à des tables de conversion inextricables) ;

The Mendenhall conspiracy to discredit English weights and measures ; Weights and measures of the western hemisphere (Journal Textiles, juin 1923) ;

Pan-Pacific weights and measures (Philadelphia record, Philadelphia, Pa, 27 mars 1927) ;

Our English weights and measures (5 déc. 1918) (Textiles, Boston, Mass., janvier 1919) ;

Statement by Samuel S. Dale at the hearings before the Committee on coinage, weights, and measures, house of representatives, sixty-ninth congress, first session, on H. R. 40, a bill extending the use of metric weights and measures in merchandising (Washington, Government printing office, 1926).

C'est surtout cette dernière déclaration qu'il y aurait lieu de méditer. Tout ce qu'on peut dire en faveur du système métrique risque de tomber à faux, si l'on ne prend pas connaissance du point de vue des industriels américains. Le sujet est tellement ample et réclame tant de travail, que nous sommes contraint de nous borner à cette brève indication. Loin d'exciter la passion nationale et particulariste, l'expérience de la grande guerre nous invite à rechercher tout ce qui peut unir les nations. Postiers, nous nous réjouissons de l'Union postale universelle. Nous saluerions avec joie l'avènement d'un système métrique international. Quoi qu'on dise, tous les savants sont en plein accord pour écarter tout ce qui divise ; à cet égard, il serait inexact de parler d'une « trahison des clercs. »

J.-B. POMEY.

Telephone and power transmission, par R. BRADFIELD et W. J. JOHN. Londres, Chapman and Hall, 1928. 1 vol. in-8° de 225 pages, avec 113 figures.

Ce manuel constitue un exposé simple et clair de l'essentiel des connaissances nécessaires pour le calcul des lignes de transmission.

Après une courte introduction mathématique rappelant, sous forme élémentaire, la représentation d'une fonction périodique par une série de Fourier, la théorie des vecteurs et celle des fonctions hyperboliques, la théorie générale de la transmission est abordée : transmission en courant continu et alternatif en régime permanent ; constantes primaires et secondaires des lignes et leur mesure ; charge continue et discontinue ; calcul des lignes d'énergie ; transformateurs et réseaux équivalents ; propagation des ondes ; réflexions ; théorie mathématique de la propagation, limitée au cas où R et G sont nuls et où la condition : $\frac{R}{L} = \frac{G}{C}$ est satisfaite.

En résumé cet ouvrage, dont la présentation soignée rend la lecture attrayante, est susceptible de rendre de grands services à tous les techniciens de la transmission.

P. M.

Behandlung von Schwingungsaufgaben mit komplexen Amplituden und mit Vektoren (Les problèmes d'oscillations traités par la méthode des amplitudes complexes et par la méthode vectorielle), par Hans-Georg MÖLLER, directeur de l'Institut de physique appliquée à l'université de Hambourg. Leipzig, S. Hirzel, 1928. 1 vol. in-8° de 128 pages, avec 92 figures.

Chez qui a lu les travaux originaux de M. Möller ou son livre sur les tubes à vide, le titre du présent volume ne peut qu'éveiller un vif intérêt. Les ouvrages didactiques sur l'électrotechnique donnent actuellement l'impression d'être en général en retard, au point de vue de la méthode, sur un grand nombre des mémoires qui paraissent dans les périodiques spéciaux. Un livre d'enseignement par un technicien d'avant-garde, ne portât-il comme celui-ci que sur un point de méthode, doit donc être le très-bienvenu.

Disons tout de suite, pour n'avoir plus à faire que des éloges, que la manière dont M. Möller introduit l'exponentielle imaginaire nous a vivement déçu. C'est, paraît-il, par une « heureuse illumination » que nous songeons à écrire :

$$\begin{aligned}\cos x &= \text{partie réelle de } e^{ix}, \\ \sin x &= \text{partie réelle de } -je^{ix}.\end{aligned}$$

Dans un calcul où $x = \omega t$, on pourra ensuite biffer le facteur $e^{j\omega t}$ et raisonner sur les amplitudes. Il est essentiel, dit M. Möller, de toujours sous-entendre les mots « *partie réelle de* » lorsqu'ils ne sont pas explicitement écrits ; « *sans cette réserve mentale, une équation telle que $3e^{j20^\circ} e^{j\omega t} = 3 \cos (\omega t + 20^\circ)$ serait inadmissible* » ! (p. 11 ; le paragraphe est intitulé « Un scrupule »). On voit que l'auteur ne cherche pas à nous voiler les difficultés de son mode d'exposition. Mais l'introduction de règles de jeu qui conduisent à écrire des équations fausses en apparence, bien que familière aux mathématiciens, doit, à ce qu'il nous semble, être absolument proscrite de l'enseignement technique. Elle se justifie d'autant moins ici que le second objet du volume est d'exposer la méthode vectorielle. Or l'avantage essentiel du calcul dit des imaginaires est de permettre de suivre pas à pas à la plume, avec des lettres, les constructions faites à la craie avec des vecteurs. L'établissement du diagramme vectoriel et celui des équations du problème sont ainsi une seule et même chose, et $e^{j\omega t}$, qui correspond à la rotation de tout le diagramme avec la vitesse angulaire ω , n'a pas du tout à figurer dans le calcul, de même qu'on ne fait pas effectivement tourner le tableau noir autour d'un point. (D'ailleurs peut-être serait-il bon de faire l'un et l'autre au cours de la première leçon.) Partant donc de la représentation vectorielle des courants ou des tensions, dont l'addition va de soi, le point qui demande explication est la multiplication par Z (en vue de $e = Zi$) ou la division par Z (pour $i = \frac{e}{Z}$). Z constant ayant la forme $a + jb$ ou $r e^{j\varphi}$. Dans ces opérations, Z , ou $\frac{1}{Z}$, est l'opérateur, mot qui, à moins que nous n'ayons mal cherché, ne figure pas dans l'ouvrage de M. Möller (le fonctionnement de l'opérateur, bien entendu, y est expliqué). On a dès lors ce qu'il faut pour bâtir l'opérateur $\begin{pmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{pmatrix}$ de la transformation homographique $\frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta}$, armature de tous les diagrammes électrotechniques.

Si nous avons cru devoir présenter la critique qui précède, c'est que le corps de l'ouvrage présente le plus vif intérêt et ne saurait être trop recommandé. M. Möller a choisi avec un grand bonheur quelques questions typiques dans le domaine de la grosse électrotech-

nique alternative, et les a encadrées entre un problème de cinématique pure (une distribution de locomotive) et des problèmes de technique des communications (lampe génératrice, récepteur téléphonique, câble téléphonique). Le soin avec lequel les solutions sont graduellement développées est très remarquable. Par exemple, la transformation $\frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta}$ pouvant s'écrire, comme il est bien connu,

$$\frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta} = \frac{\alpha}{\gamma} + \frac{\frac{\beta\gamma - \alpha\delta}{\gamma^2}}{z + \frac{\delta}{\gamma}} = a + \frac{b}{z + c}.$$

M. Möller montre les quatre plans quadrillés successifs correspondant à z , à $z + c$, à $\frac{b}{z + c}$, à $a + \frac{b}{z + c}$; la transformation complète, un peu rébarbative pour les non-mathématiciens, est ainsi rendue tout à fait abordable (¹). La méthode, présentée à l'occasion du transformateur avec fuites, se retrouve plus loin à l'occasion du moteur asynchrone et dans un traité complet reviendrait naturellement à chaque diagramme du cercle. Tous les chapitres mériteraient d'être cités; ceux sur l'hystérésis, les courants de Foucault, le moteur asynchrone peut-être plus particulièrement encore que les autres. L'opposition continue des diagrammes d'intensité aux diagrammes de tension, de la « Stromresonanz » à la « Spannungresonanz », est tout à fait frappante et éducative. En résumé, ouvrage excellent qui recueillera sans aucun doute un succès mérité.

P.L.C.

History of radiotelegraphy and telephony, par G. G.

BLAKE. Londres, Chapman and Hall, 1928. 1 vol. in-8° de 425 pages, avec 208 figures.

Cet excellent ouvrage contient une abondance incroyable de documents illustrant le développement de la technique radioélec-

1. Je voudrais encore suggérer que les lignes des quadrillages successifs soient non pas prolongées jusqu'à une limite indéfinie, mais nettement arrêtées aux côtés d'un rectangle, par exemple ici $R = 0$, $R = 3$, $B = +1$, $B = -4$, ainsi que l'a fait Campbell dans son mémoire fondamental de 1911; la déformation qui accompagne la représentation conforme est ainsi en évidence, et le diagramme fait image.

trique, développement déjà si touffu malgré sa courte durée. Des figures très claires, dues à l'auteur lui-même, évitent les longs développements, et de nombreux renvois aux sources permettent de compléter une documentation déjà serrée. Une particularité de cet ouvrage est que les travaux étrangers, français par exemple, y occupent une place importante ; or, en l'absence même de tout parti-pris, on se trouve naturellement mieux renseigné sur les inventions de son propre pays, et l'on doit féliciter M. Blake, qui, ayant annoncé dans sa préface son intention de rendre autant que possible justice à tout le monde, semble y avoir si bien réussi. Un appendice contient des modèles mécaniques intéressants de lampes triodes, et trois montages bien typiques de M. Eccles, où une idée profonde se déguise sous la forme d'une amusante expérience de cours. En résumé, remarquable ouvrage de référence, où l'on viendra sans doute beaucoup puiser.

P.L.C.

Où en est la physique ? par Marcel COURTINES, 2^e édition. Paris, Gauthier-Villars, 1926. 1 vol. in-8° de 311 pages.

Le développement des différentes branches de la physique ne permet guère aux programmes scolaires, de plus en plus spécialisés, de donner des vues d'ensemble ; on peut dissiper en quelques heures le malaise que causent des connaissances incomplètes ou mal coordonnées en lisant le livre de M. Courtines : au long de ces trois cents pages, dont le style sobre n'exclut pas l'enthousiasme, le lecteur fait un voyage attrayant autour des aspects les plus divers et les plus secrets de la physique moderne (constitution et états physiques de la matière, optique, électricité, magnétisme, chimie, radioactivité), en pénétrant les liens qui tendent à fondre les différents domaines de la physique classique en une représentation synthétique et simple de l'univers.

R. B.

Wörterbuch der elektrischen Nachrichtentechnik der deutschen und französischen Sprache, I. Französisch-deutsch, par O. Sattelberg. Berlin-Tempelhof, Attilastrasse 148 (chez l'auteur). 1 vol. in-16 de 187 pages. — Prix : 9^M,75.

Ce dictionnaire, conçu sur le même plan que le dictionnaire alle-

mand-anglais et anglais-allemand du même auteur dont nous avons rendu compte il y a deux ans, rendra les plus grands services aux techniciens de notre administration qui ont besoin de lire les revues allemandes. Il est à souhaiter que la seconde partie (allemand-français) en paraisse prochainement. Remarquons que ce vocabulaire ne fera pas double emploi avec celui du C.C.I., car, pour chaque chose, il ne donne pas seulement l'expression reconnue internationalement comme officielle et correcte, mais aussi les diverses expressions que l'on est susceptible de rencontrer dans les livres et les revues.

M. C.

Le gérant :

HENRI DÉVÉ.

MISE EN SERVICE DE L'AUTOMATIQUE A LYON,

par Paul JOLY,
ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.

Le transfert qui a été effectué à Lyon le 11 mai dernier a été le premier pas dans la transformation de cette ville en automatique. Les sept mille abonnés de la rive droite du Rhône, reliés pour la plus grande partie à l'ancien bureau « Barre » à batterie locale, ont été transférés à peu près par moitié sur les deux nouveaux bureaux automatiques « Franklin » et « Burdeau », du type Strowger, construits par la Compagnie des téléphones Thomson-Houston. En même temps, le bureau interurbain de Lyon, qui comptait soixante-dix-huit tables, a été transféré dans le bâtiment abritant « Franklin », sur un nouvel interurbain de cent-quarante-huit tables équipé d'une façon moderne. Les opérations de transfert, commencées à 21 heures, étaient complètement terminées à 21^h37.

Avant de donner quelques détails sur ces opérations et sur la situation du réseau après le transfert, il est bon de donner quelques renseignements sur la situation générale du réseau avant le transfert et sur les mesures qui avaient été prises en vue de réduire au minimum la durée des opérations de transfert, tout en en sauvegardant la sécurité.

I. SITUATION DU RÉSEAU URBAIN DE LYON AVANT LE TRANSFERT.

Situation des abonnés. — Les abonnés de la rive droite du Rhône (à transférer) se répartissaient en deux groupes inégaux :

1° Abonnés reliés à « Barre » (batterie locale), au nombre de 6400 environ, à transférer, à peu près par moitié, à « Franklin » et à « Burdeau » ;

2° Abonnés reliés à « Vaudrey » (bureau de la rive gauche à batterie centrale), au nombre de 600 environ, dont 300, sous l'indicatif « Vaudrey », à transférer à « Franklin », et 300, sous l'indicatif « Burdeau », à transférer à « Burdeau » (automatique) et appartenant au même mille (mille 6).

Travaux de préparation du réseau des lignes. — La préparation du nouveau réseau des lignes dura quelques années : rem-

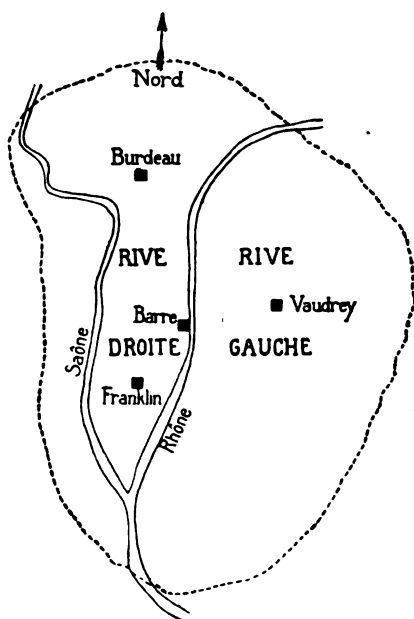


Fig. 1. — Plan schématique de Lyon.

placement d'anciens câbles, pose de nouveaux câbles et aménagement de sous-répartiteurs dans chaque secteur, mise en Y des lignes de tous les abonnés à partir des sous-répartiteurs. Suivant les endroits, les travaux furent effectués en égoûts, en galeries ou en conduites.

Dans chaque sous-répartiteur, les trois arrivées de câbles (côté de l'abonné, côté de l'ancien bureau « Barre », côté du nouveau bureau automatique), furent peignées sur des réglettes de broches.

Les jarretières du côté « Barre » furent choisies d'une même couleur, distincte de celle des jarretières passées du côté de l'automatique ; elles étaient ainsi repérées en vue de leur coupure au moment du transfert ; elles furent de plus enrubannées à l'endroit où elles seraient à couper.

On ne toucha pas au répartiteur d'entrée de « Barre », trop vieux et constitué avec un matériel trop incommode pour pouvoir être utilisé.

Dans les répartiteurs d'entrée des bureaux automatiques, les têtes verticales reçurent leurs organes de protection ; les jarretières furent tirées ; mais les barrettes des règles du côté horizontal ne furent pas posées (1).

Quant aux lignes auxiliaires, elles furent prévues en nombre suffisant pour faire face au trafic attendu. Cependant, par suite de la saturation des câbles entre la rive droite et la rive gauche du Rhône, on dut, pour assurer les liaisons avec « Vaudrey », prévoir la réutilisation des lignes des abonnés anciens de la rive droite qui avaient été reliés à « Vaudrey », après saturation du bureau « Barre ».

Mesures nécessitées par l'extension du réseau. — Vers le milieu de 1927, on ne pouvait prévoir la fin des travaux d'installation des autocommutateurs, et par conséquent le transfert, que pour le printemps de 1928 au plus tôt. Or les prévisions laissaient entrevoir que, dès le milieu de décembre, les nouveaux abonnés de la rive droite du Rhône ne pourraient plus être reliés : « Barre » était saturé et les câbles de liaison avec « Vaudrey » n'offraient plus de disponibilités.

On décida, en octobre, la mise en service partielle des deux automatiques « Franklin » et « Burdeau », pour assurer jusqu'au transfert la liaison des nouveaux abonnés. A cet effet, un millier

1. Ces règles de broches Strowger sont d'un type nouveau adopté par l'administration des Postes et Télégraphes. Elles comportent des lames de ressort entre lesquelles on enfonce les barrettes (lames métalliques rectangulaires) et constituent des sectionneurs permettant la coupure entre les parties intérieure et extérieure des lignes d'abonnés.

de lignes (le mille 2) fut mis en service dans chacun de ces bureaux, et, comme chaque ligne d'abonné a normalement accès, à Lyon, à tous les premiers sélecteurs, on ne mit en service, pour réduire la charge du service d'entretien, qu'une partie de ces appareils, en modifiant les passages de jarrettières dans les répartiteurs intermédiaires des chercheurs secondaires.

Pour assurer la liaison entre les bureaux automatiques et les bureaux manuels, on installa à « Barre » des positions tandem, munies de dicordes et de cadrans, qui recevaient sur signaux lumineux les appels émanant de « Barre » et de « Vaudrey » et appelaient les abonnés automatiques sur des lignes munies de signaux lumineux d'occupation et aboutissant directement aux deuxièmes sélecteurs d'arrivée de chacun des deux autocommutateurs. Ces positions recevaient la fin au moment de la coupure de la communication par les opératrices de départ des deux bureaux manuels, et n'avaient que quatre chiffres à envoyer pour appeler un abonné. Elles étaient essentiellement constituées avec des bâtis de relais qui reçurent à leur partie inférieure des keyboards de fortune, au dessus desquels on multipla les lignes nécessaires.

On put ainsi donner aux nouveaux abonnés des numéros définitifs dans les séries « Franklin » et « Burdeau ».

Pour s'appeler entre eux, ces abonnés utilisaient la voie purement automatique. Pour appeler un abonné du réseau manuel, ils faisaient le « V » (Vaudrey) ; leur appel, pris par un répéteur, provoquait l'allumage d'une lampe d'appel sur jack local à « Vaudrey », où les téléphonistes donnaient suite à l'appel comme s'il s'était agi d'un abonné ordinaire.

Le service ainsi assuré aux nouveaux abonnés pendant cinq mois s'est montré satisfaisant.

Situation des circuits interurbains. — Les câbles à paires combinables venant des guérites arrivaient à « Barre », où se trouvait le bureau interurbain. Ceux qui arrivaient en direction générale du nord ne furent pas touchés. Ceux, par contre, qui venaient du sud furent déviés pour passer par le répéteur d'entrée de « Franklin », dont le bâtiment est au sud de « Barre », et où devait

se trouver le futur interurbain. Dans ce répartiteur, les renvois furent établis par jarretières, de tête à tête (voyez les dispositions détaillées sur les figures 2 et 3). Les disponibilités en câbles à paires combinables, existant entre « Barre » et « Franklin » ne permettaient pas de songer au passage de tous les circuits par « Franklin » avant d'arriver à « Barre ». Les câbles de réseau ne pouvaient évidemment pas être utilisés dans ce cas, et il parut inutile de poser de nouveaux câbles à paires combinables, qui seraient restés inutilisés. D'ailleurs, comme on le verra plus loin, le transfert proprement dit n'en a pas été troublé, par suite de la présence d'un plus grand nombre de lignes entre « Barre » et « Franklin » qu'entre les « guérites nord » et « Barre ».

II. MESURES PRISES EN VUE DE LA PRÉPARATION DES OPÉRATIONS DE TRANSFERT.

Aucune liaison provisoire entre autocommutateur et ancien interurbain ou entre ancien bureau et nouvel interurbain n'avait été prévue ; c'était d'ailleurs de beaucoup préférable.

Il ne pouvait donc être question, autant pour des raisons d'exploitation que pour des raisons techniques, faciles à concevoir, de prévoir des transferts distincts consécutifs pour les abonnés et pour les circuits ; on décida, par suite, de transférer en bloc (c'est-à-dire sans opérer ni par tête ni par centaine) et simultanément circuits et abonnés.

Etant donné l'importance d'un tel transfert, il était nécessaire de prévoir des manœuvres aussi simples et rapides que possible à effectuer au moment du transfert, et de prévoir, pour les éliminer à l'avance, toutes les causes d'hésitation, toutes les fausses manœuvres, tous les troubles ou complications possibles, aussi bien de la part des abonnés que des agents de l'administration.

A cet effet, les mesures suivantes furent prises :

1^o **Libération des lignes d'abonnés qui devaient être réutilisées comme lignes auxiliaires entre « Vaudrey » et les auto-**

commutateurs. — Pour libérer ces lignes, on procéda à deux petits transferts anticipés :

a) Les abonnés spécialisés à l'interurbain de Lyon se trouvaient tous reliés à « Barre ». On transféra le 13 avril à « Vaudrey » ceux d'entre eux qui appartenaient à la rive gauche.

b) Ainsi qu'il a été dit plus haut, trois cents abonnés de « Burdeau » environ se trouvaient reliés à « Vaudrey » sous l'indicatif « Burdeau » et avec leurs numéros définitifs. Leurs lignes passaient en transit par le répartiteur de « Barre » et occupaient des lignes dans les câbles posés entre les deux rives du Rhône. La libération de ces lignes avant le transfert ne pouvait qu'être une opération favorable, sous réserve que le trafic des abonnés ne pût s'en trouver ni ralenti ni troublé. On attendit donc la livraison par le constructeur

1° des claviers sur les positions de départ de Vaudrey,

2° de l'autocommutateur « Burdeau ».

Le 30 avril, ces abonnés étaient transférés sur « Burdeau ». Ils avaient été prévenus individuellement et avaient reçu la notice remise à tout nouvel abonné relié à l'automatique. Leur trafic s'écoulait donc, au départ, par « Vaudrey » (comme avant, mais avec une légère surcharge des positions, par suite de la suppression des trois groupes qu'ils occupaient [trois sur cinquante-neuf]) et, à l'arrivée, par les positions tandem. Il a suffi d'ouvrir quatre positions tandem aux heures chargées pour écouler le trafic de ces trois cents abonnés anciens et des cent cinquante abonnés nouveaux reliés aux autocommutateurs depuis décembre 1927. Ce transfert présenta donc l'avantage supplémentaire de donner avant la lettre une idée du fonctionnement de certains appareils automatiques

Le transfert ayant été fixé au 11 mai, on disposa de dix jours pour effectuer les mutations de lignes voulues (en vue de la réutilisation de ces lignes d'abonnés en lignes auxiliaires) et les essais correspondants.

2° Essais des lignes — Il était essentiel d'être assuré du bon état d'isolement du réseau des lignes, car ce réseau était appelé à passer de la batterie locale à l'automatique. Aussi, depuis la fin

de mars et jusqu'au 10 mai, les lignes de tous les abonnés furent-elles essayées systématiquement, à raison d'un essai par décade, à partir des tables d'essais des autocommutateurs. Chaque essai portait sur l'ensemble de la ligne (la totalité de l'Y), par suite de l'impossibilité pratique d'isoler la dérivation créée à « Barre » par la présence du relais d'appel. La mesure d'isolement fut donc uniquement effectuée sur un fil et par rapport à la terre. Cet essai était évidemment incomplet, mais suffisant pour déceler la quasi totalité des dérangements de lignes. Chaque décade, 50 à 100 lignes (soit 2 à 3 % du nombre des lignes) furent trouvées d'un isolement inférieur à 100.000 ohms dans chacun des bureaux. Ce chiffre peut paraître un peu fort ; mais il faut tenir compte que, peu de temps auparavant (fin de février), une crue très forte du Rhône avait privé du téléphone le quart des abonnés de Lyon, par suite des infiltrations d'eau dans les câbles et les chambres.

3° Postes d'abonnés. — Toutes les installations d'abonnés furent revues et refaites, au besoin, lorsqu'elles étaient anciennes ou d'un isolement insuffisant. Dans les postes simples, l'appareil automatique fut posé en dérivation sur l'appareil à batterie locale. Dans les installations avec tableau, les monteurs eurent à poser des tableaux annexes.

Les cadrans furent simplement l'objet d'un essai sommaire en atelier de la part des monteurs et furent plombés chez l'abonné afin d'éviter une détérioration possible plusieurs mois avant le transfert. On ne fit donc pas l'essai de leur vitesse de rotation à partir des postes d'abonnés à l'aide du dispositif spécial prévu sur les tables d'essais. Ces dispositifs n'existaient pas au moment où les postes d'abonnés furent transformés, et, quand ils auraient pu être utilisés, la boucle créée par le relais d'appel de « Barre » aurait rendu pratiquement impossible l'essai des cadrans.

Le contrôle des liaisons des lignes d'abonnés aux bureaux automatiques a été effectué, en sonnant les abonnés,

1) par le service des lignes, à partir des sous-répartiteurs et des têtes verticales des répartiteurs ;

2) par le Service des installations, après passage des jarretières, à partir des réglottes horizontales.

4^o Précautions prises. — A) L'apprentissage des abonnés devait retenir tout spécialement l'attention de l'administration. On prit, à cet effet, diverses mesures :

a) On rédigea des instructions détaillées que l'on inséra dans les premières pages de l'annuaire ;

b) On envoya à la presse des communiqués pour attirer l'attention des abonnés sur certains points et leur conseiller certaines précautions qu'ils auraient à prendre avant, pendant et après le transfert ⁽¹⁾ ;

c) On distribua à tous les abonnés (avec l'annuaire) des notices simples sur pancartes cartonnées, prêtes à être affichées auprès de leur appareil ; ces notices étaient de deux types, suivant que le poste était simple ⁽²⁾ ou comportait un tableau annexe ⁽³⁾.

d) On installa, dans chacun des bureaux automatiques, des postes simples et des postes avec tableaux que les abonnés, par la voie de la presse, furent invités à venir visiter, en vue de leur instruction sur le maniement de ces appareils ;

e) Une quinzaine de jours avant le transfert, on fit appel à la radio-diffusion pour donner quelques conseils aux abonnés et leur faire entendre les signaux audibles essentiels qu'ils allaient être appelés à traduire couramment en automatique (signal de numérotation, d'occupation, et retour d'appel) ; aucun de ces signaux n'existait, en effet, au bureau « Barre » ;

f) En passant chez les abonnés (pour déplomber les cadrans ou pour relever un dérangement), les monteurs avaient pour mission de faire une démonstration de l'appareil en présence de l'abonné ;

g) Quelques jours avant le transfert, on envoya une note aux abonnés possédant un tableau, pour les prévenir de l'état dans lequel ils devaient laisser leur tableau le soir du transfert (posi-

1. Un de ces avis est reproduit à la fin de cet article (Annexe I).

2. Voy. l'Annexe II.

3. Voy. l'Annexe III.

tion de réception d'appel sur poste d'opérateur ou sur poste supplémentaire). Dans l'après-midi du 11 mai, les téléphonistes furent chargées de leur rappeler ces prescriptions.

B) Le personnel de l'administration intéressé par le transfert reçut les instructions et notices voulues pour bien préciser son rôle et son travail. En particulier, depuis plusieurs mois, un cours de perfectionnement était fait aux monteurs, et les opératrices interurbaines reçurent des notices concernant le mode d'exploitation du nouveau bureau interurbain et purent venir s'exercer sur le meuble même.

C) Pour assurer des liaisons téléphoniques nécessaires à la transmission des ordres au moment du transfert, on installa un petit réseau à batterie locale entre chacun des bureaux intéressés par le transfert, et, à l'intérieur de chaque secteur, entre le bureau et les sous-répartiteurs. De cette façon, une liaison permanente était assurée au moment du transfert entre l'ingénieur en chef et les fonctionnaires situés dans les bureaux, qui avaient pour mission de faire exécuter les manœuvres commandées et de rendre compte.

III. LE TRANSFERT.

Plan de transfert. — Le transfert, préparé ainsi qu'il vient d'être dit, devait être effectué d'après le plan suivant :

1° *Transfert des abonnés.* — La liaison d'un abonné avec un bureau automatique devait être effectuée par l'abaissement des barrettes sur les réglottes horizontales du répartiteur d'entrée de ce bureau ; la coupure de la jonction au bureau « Barre » devait être faite dans les sous-répartiteurs à l'endroit repéré sur les jarrettières. Des ouvriers des lignes devaient se trouver dans chacun des sous-répartiteurs et couper. Le travail ainsi divisé devait être rapide. Dans chaque répartiteur d'entrée, seize agents furent prévus devant le côté horizontal (huit sur le sol et huit sur un échafaudage), tous les 60 centimètres.

Le 10 mai, on commença à placer les barrettes en attente, de façon à ne plus avoir qu'à les enfoncer pour établir la liaison.

Les abonnés qui se trouvaient en dérangement le 11 à 16 heures furent signalés, et leurs barrettes enlevées.

2° Transfert des circuits. — Le panneau de coupure du nouveau bureau interurbain de « Franklin » comporte des clés, à raison d'une par circuit. Ces clés effectuent la coupure sur le circuit comme un jack à rupture. Leur utilisation était particulièrement favorable à un transfert rapide. Avant le 11 mai, on abaissa les clés pour assurer la coupure entre circuit et bureau, et, au répartiteur, on posa les barrettes correspondant aux circuits. Il suffisait donc, à partir de ce moment, de relever les clés pour relier les circuits aux tables. Les jarretières étaient passées définitivement entre têtes et réglettes horizontales. La figure 2 schématise la situation à « Franklin »

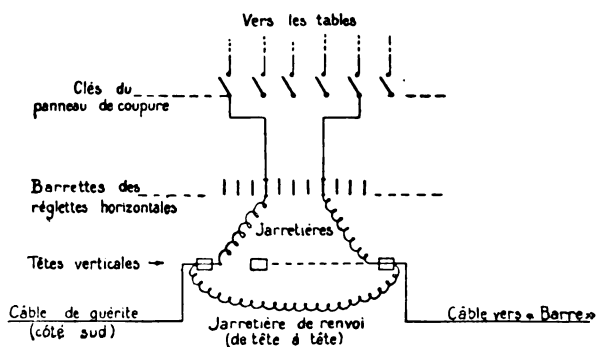


Fig. 2.

immédiatement avant le transfert (on n'a considéré qu'un fil d'un circuit).

Les câbles de renvoi entre « Franklin » et « Barre », utilisés avant le transfert pour acheminer à « Barre » les câbles des guérites du côté sud, devaient servir après le transfert au renvoi sur « Franklin » des câbles des guérites du côté nord. Pour effectuer cette mutation à « Barre », on disposa d'une tête verticale dont on laissa les barrettes en prise, mais non abaissées. Par jarretières, on relia les circuits du nord sur un côté de cette tête et les circuits du câble de renvoi vers « Franklin » sur l'autre côté, établissant ainsi une correspondance entre circuits et lignes de renvoi.

La figure 3 schématise la situation à « Barre » immédiatement avant le transfert.

Il suffisait d'enfoncer des fiches de bois dans les jacks du par-

neau de coupure et d'abaisser les barrettes de la tête de renvoi, pour isoler un circuit nord de « Barre », et le renvoyer sur « Franklin ».

Transfert. — Les équipes d'agents et d'ouvriers furent spécialisées, suivant qu'elles avaient à participer au transfert des abonnés ou au transfert des circuits.

Chaque agent avait un rôle précis, tracé à l'avance, de façon à éviter toute confusion.

Au moment même du transfert (le vendredi 11 mai à 21 heures),

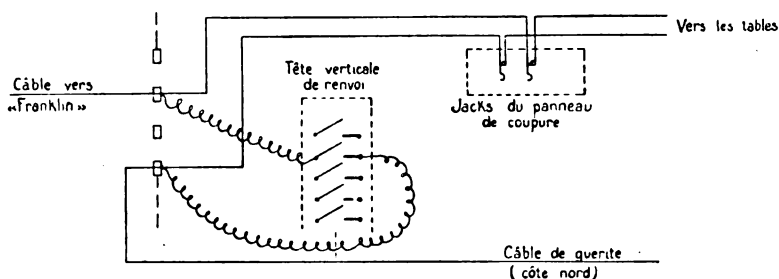


Fig. 3.

l'ordre fut donné à la fois (en utilisant le réseau à batterie locale spécialement installé) :

- 1° de couper les jarretières dans les sous-répartiteurs,
- 2° d'abaisser les barrettes sur les réglettes horizontales des répartiteurs d'entrée à « Franklin » et à « Burdeau »,
- 3° de couper la batterie dans les bureaux automatiques (cette mesure était nécessaire pour n'amener aucun trouble dans ces bureaux avant que les dérivations des lignes d'abonnés vers le bureau « Barre » n'eussent été coupées, par suite de la présence du relais d'appel de « Barre »),
- 4° de couper à « Vaudrey » les lignes des abonnés « Vaudrey-Franklin »,
- 5° de couper à « Franklin » les jarretières de renvoi des circuits vers « Barre »,
- 6° d'isoler le bureau interurbain de « Barre » par l'enfoncement de fiches de bois dans les jacks à rupture du panneau de coupure.

Dès que les jarretières furent coupées dans les sous-répartiteurs, on donna l'ordre de rétablir la batterie dans les bureaux automatiques (à 21^h18 à Burdeau et à 21^h35 à Franklin).

Dès que les circuits furent isolés à « Barre » et les jarretières coupées à « Franklin », on donna l'ordre de relever les clés du panneau de coupure à « Franklin » et d'abaisser les barrettes sur la tête de renvoi de « Barre ».

A 21^h15, ces opérations étaient terminées. Mais la batterie, nécessaire au bureau interurbain et commune avec le bureau automatique à « Franklin », ne put être donnée qu'à 21^h35, et le transfert de l'interurbain se trouva de ce fait retardé de 20 minutes.

L'opération la plus longue fut l'abaissement des barrettes sur les réglettes horizontales des répartiteurs. Elle dura 37 minutes à « Franklin » (2 minutes de plus que la coupure des jarretières dans les sous-répartiteurs) et 35 à « Burdeau » (17 minutes de plus que la coupure) pour un nombre à peu près égal d'abonnés (3.500), soit donc, en moyenne, 5 secondes par barrette.

A 21^h37, dès que les batteries furent rétablies (manœuvres qui s'effectuèrent sans le moindre incident), on procéda à la recherche des faux-appels à l'aide du dispositif spécial prévu dans les auto-commutateurs. A « Burdeau », ce dispositif fonctionna ; mais à « Franklin », il fut trouvé en dérangement. Dans ce dernier bureau, on dut rechercher les lignes en faux-appel en explorant les relais d'appel et de coupure et noter ceux qui étaient collés. Le dérangement fut d'ailleurs assez rapidement relevé le soir même, et le dispositif a donné toute satisfaction depuis lors. 218 abonnés furent trouvés en faux-appel à « Franklin » et 182 à « Burdeau ».

Les barrettes correspondantes du répartiteur furent relevées, et les lignes passées à la table d'essais. Les rapports furent établis le soir, afin que les monteurs pussent visiter les abonnés dès le lendemain matin.

Dès que les circuits furent transférés, on procéda à leur essai à partir des tables, en faisant des appels dans les deux sens. Les bureaux des localités reliées à Lyon avaient reçu des instructions et devaient attendre que Lyon donnât clôture. Au cours de ces essais, 67 circuits furent trouvés en défaut (mêlés, ouverts à la terre, pas

à leur place sur les tables ou dans le multiplage, etc...). Ce nombre eût été bien moins fort si l'on s'était un peu plus méfié des vieilles têtes verticales de « Barre », par où transitaient les circuits du côté nord et de leurs bobines thermiques instables dans leur logement, défaut que l'on reconnut quelques jours après.

IV. APRÈS LE TRANSFERT.

Trafic. — Dès le 12 au matin, où le trafic fut plus fort que de coutume, on reconnut une insuffisance de lignes auxiliaires vers « Vaudrey » (toutes les lignes prévues, en effet, n'avaient pas été mises en service), et une insuffisance de réglage des organes automatiques dans ce bureau. Le constructeur procéda immédiatement à la révision totale de tous ces organes; on mit en service les lignes nécessaires, et, dès le lundi, les liaisons étaient assurées d'une façon normale.

Dans les bureaux automatiques et sur les jonctions manuel vers automatique, le trafic s'écoula normalement.

A l'interurbain, les délais d'attente furent un peu augmentés vers certaines localités; mais à aucun moment les communications ne furent interrompues.

Le mercredi 16, les délais étaient redevenus presque normaux et le 18, après suppression du transit par les têtes de « Barre », la situation était tout à fait normale.

Réclamations. — Dans les premiers jours, des réclamations de toute sorte parvinrent à la table des renseignements et réclamations.

Le service des rapports et des essais, organisé tel qu'il est réglementairement prévu dans les bureaux manuels, s'est aussitôt trouvé embouteillé.

Il fallut immédiatement élaborer et mettre en vigueur une nouvelle organisation. Cette nouvelle organisation, née des besoins du moment et en quelque sorte commandée par l'expérience, a donné de bons résultats. Elle a consisté essentiellement en ceci : Les réclamations étaient inscrites sur des listes (comportant le

nom, le numéro et la plainte succincte de l'abonné) qui passaient au service des rapports, chargé de rayer sur les listes toute réclamation concernant un abonné déjà en dérangement (dont la fiche F était sortie) ; on éliminait ainsi les réclamations faites en double, triple, etc... Ces listes, expurgées, étaient remises aux mécaniciens, chargés : 1° d' « explorer » en quelque sorte les réclamations, en entrant au besoin en relation avec les abonnés ; 2° d'établir une signalisation correcte et précise dans le cas d'un dérangement ; et 3° d'aiguiller la signalisation soit vers la table d'essais, soit vers l'automatique, pour localisation et essais. On put ainsi constater que, pendant les premiers jours, 50 % environ des réclamations étaient à retenir comme correspondant à un dérangement ; les autres provenaient d'abonnés qui ne savaient pas interpréter les signaux audibles ou manœuvrer correctement leur disque ou leur tableau, ou qui omettaient l'envoi des zéros dans un numéro d'appel ou l'indicatif « V » pour appeler un abonné de « Vaudrey », etc...

La première semaine, la moyenne journalière des dérangements était de 100 environ par bureau ; la deuxième, de 80 ; la troisième, de 65 ; la quatrième et la cinquième, de 50 ; la sixième de 40 : à la fin d'août, elle ressortait à 25 environ. Elle augmentera sans doute en hiver.

On remarqua, dans les premiers temps, une assez forte proportion de dérangements dus aux cadrans (presque la moitié des dérangements de postes), par suite de dérèglement mécanique du frein, d'enclanchement ou de retour impossibles, de fixation insuffisante, de cames brisées, de mauvais contacts de court-circuit, etc... Ces cadrans ont été enlevés, pour être réparés en atelier, et remplacés par des cadrans neufs. Depuis, ces sortes de dérangements ont presque disparu.

Liaisons avec le manuel. — A « Vaudrey », les claviers à une seule rangée de boutons installés sur les positions A ont toujours donné entière satisfaction depuis le début.

L'écoulement du trafic des autocommutateurs vers le manuel est assuré par des positions d'arrivée à indicateurs lumineux. Un appel arrivant sur les enregistreurs immobilise cinq ou six mono-

cordes de la position (suivant le groupe) depuis le moment où l'appel est enregistré jusqu'au moment où la fiche du monocorde est enfoncée dans un jack par l'opératrice. Dans les premiers jours, 10 à 13 % des appels arrivaient incomplets sur les indicateurs. Les 2/3 de ces erreurs provenaient de fausses manœuvres des abonnés (zéros oubliés, indicatif seul envoyé). La proportion a rapidement baissé à 6 ou 7 %, et, à la fin de juin, à 2,75 %. Les fiches et cordons ont été revus de très près et changés dès qu'il y avait usure.

Les délais d'attente sur « Vaudrey », c'est-à-dire le temps qui s'écoulait entre la fin de la manœuvre du disque par l'abonné et

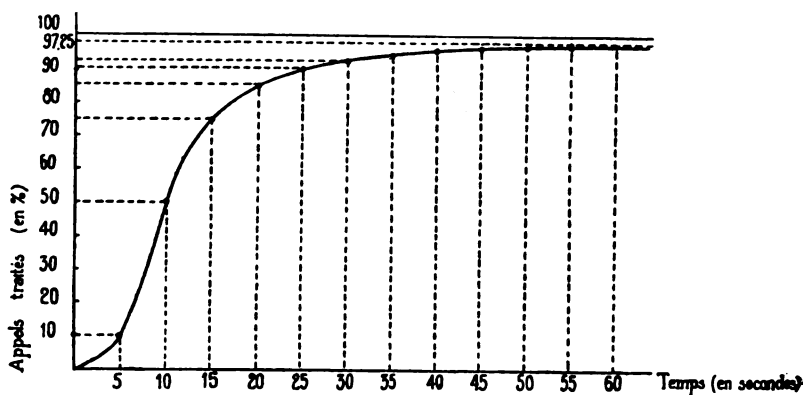


Fig. 4.

le moment où l'opératrice de « Vaudrey » donnait l'abonné demandé, étaient voisins de ceux que l'on constate à Paris entre le moment où l'abonné décroche et le moment où l'opératrice A lui répond. La courbe des délais d'attente est très sensiblement la même pour les abonnés des deux bureaux automatiques et est représentée sur la figure 4.

Interurbain. — Au bureau interurbain, les opératrices se sont assez rapidement adaptées au nouveau meuble. Il fallut surveiller l'arrivée des appels sur les positions d'annotatrices pour éviter le blocage des opératrices, consécutif à une boucle affectant la ligne d'un abonné inter-spécial ; ces abonnés obtiennent en effet les annotatrices au simple décrochage de leur appareil ; les annota-

trices peuvent bien se libérer, mais le faux appel se trouve alors renvoyé de position en position.

Un défaut qui est apparu dans les postes et les tableaux (envoi d'une impulsion avant numérotage au disque) a conduit à changer le numéro d'appel 111 de la table d'essais et à faire aboutir les lignes correspondantes sur la table des réclamations qui signale le dérangement. Quand, en effet, un pareil défaut existe dans un poste, l'abonné obtient toujours le 111 quel que soit le numéro appelé : 110 (Annotatrices), 118 (Renseignements) ou 119 (Télégrammes téléphonés).

Poursuite des travaux de transformation. — La transformation de Lyon en automatique doit se poursuivre dans ces prochaines années et être terminée au plus tard en 1932.

Sur la rive gauche, qui est desservie par « Vaudrey » manuel, on prévoit l'installation de quatre autocommutateurs (« Lalande » en 1930, « Moncey » et « Villeurbanne » en 1931, et « Parmentier » en 1932) et de deux satellites au sud-est de la ville. On compte qu'en 1932 le réseau de Lyon, qui vient de passer à la conversation taxée, aura dépassé 20.000 abonnés. Les centraux prévus pourront évidemment supporter l'extension des abonnés pendant de nombreuses années.

ANNEXE I.

AVIS COMMUNIQUÉ A LA PRESSE.

La mise en service des bureaux automatiques « Lyon-Franklin » et « Lyon Burdeau » s'effectuera le 11 mai 1928 à 21 heures.

Il est particulièrement recommandé aux abonnés de ces secteurs de bien vouloir se conformer aux prescriptions suivantes :

1° S'assurer qu'à l'heure du transfert *aucun appareil téléphonique n'est décroché*, aussi bien l'appareil utilisé actuellement sur « Barre » que l'appareil automatique. Les abonnés dont l'installation intérieure comporte des postes supplémentaires autorisés à communiquer avec le réseau devront s'assurer, en outre, que ces postes supplémentaires ne sont pas décrochés, particulièrement si, à l'heure du transfert, des lignes de réseau y sont renvoyées.

2° Les abonnés qui ont confié la transformation de leur installation téléphonique à l'industrie privée devront *s'assurer que la transformation a bien été réalisée*. L'administration décline toute responsabilité quant aux inconvénients qu'entraînerait pour l'abonné la non-observation de cette prescription.

3° *S'abstenir de faire des appels de 21 heures à 21^h30*. Tout essai pendant ce laps de temps sera voué à un échec certain. En cas de sinistre, se rendre au poste de police ou de pompiers le plus proche.

Les abonnés sont avisés que la non-observation d'une quelconque de ces prescriptions fera considérer leur poste comme un poste en dérangement et entraînera par suite la suppression des organes le reliant au bureau automatique. Il ne sera procédé au rétablissement de cette liaison qu'à mesure que les nécessités du service le permettront ; la durée de l'interruption pourra atteindre 48 heures.

Enfin les abonnés éviteront de graves mécomptes en lisant très attentivement la notice relative à l'emploi des appareils téléphoniques automatiques (postes simples ou tableaux), notice imprimée en tête de l'annuaire qui vient de leur être distribué. *Il importe que tout usager au téléphone soit convaincu que la qualité du service qui lui est fourni dépend de la connaissance qu'il possède de l'appareil qu'il emploie.*

N.B. — 1) A partir de la mise en service des bureaux automatiques « Franklin » et « Burdeau », tous les numéros « Barre » sont supprimés.

2) Les abonnés transférés sont invités à communiquer à leurs correspondants dans le plus bref délai possible, leur numéro d'appel.

3) Les abonnés transférés ne devront pas, après la mise en service de l'automatique, essayer de déconnecter leur ancienne installation, sous peine de courir le risque de provoquer un dérangement dans leur poste automatique. L'ancien appareil sera enlevé par les soins des monteurs de l'administration.

ANNEXE II.

(N° de poste)

ICI

A afficher
à côté de
l'appareil

INSTRUCTION

pour l'emploi des APPAREILS TÉLÉPHONIQUES Automatiques

1° Dérocher le récepteur de la fourchette mobile, le porter à l'oreille, *attendre le signal de numérotation constitué par un signal ronflé ininterrompu.*

2° Le récepteur étant maintenu décroché, transmettre ensuite au moyen du disque d'appel *la lettre indicatrice du Central, F pour Fricklin, B pour Burdeau, V pour Vaudrey et Villeurbanne et les chiffres formant le n° d'appel de l'abonné désiré.*

3° Dès que le numéro d'appel est composé, la communication est établie automatiquement avec le Central.

4° *Si l'abonné demandé est libre*, on perçoit dans le récepteur un son musical de cadence lente, reproduisant les appels envoyés par le Central chez l'abonné demandé. Si cet abonné tarde à répondre, il faut raccrocher le récepteur et rappeler plus tard.

5° *Si l'abonné demandé est occupé*, un dispositif automatique envoie sur la ligne un ronflement intermittent, à cadence rapide : c'est le signal d'occupation. Il faut alors raccrocher le récepteur et rappeler plus tard.

6° Si pendant la composition du numéro d'appel on commet une erreur, ou si la conversation terminée on désire une nouvelle communication, replacer le récepteur sur la fourchette mobile pendant quelques secondes et faire un nouvel appel comme il est prescrit plus haut.

7° Pendant la conversation, ou l'attente du demandé, ne pas toucher la fourchette mobile ou le disque, sinon la communication serait coupée.

8° Replacer le récepteur sur la fourchette mobile, sitôt la conversation terminée.

N. B. — Ne raccrochez pas avant d'avoir terminé toute la Conversation.

Interurbain	110	Sans indicatif de bureau
Télégrammes téléphonés ..	119	—
Recommandés, Réclamations ..	118	—

ANNEXE III.

RESEAU DE LYON

REPUBLIQUE FRANÇAISE — POSTES, TÉLÉGRAPHES, TÉLÉPHONES

RESEAU DE LYON

NOTICE pour l'emploi des Tableaux Auxiliaires Automatiques

A. Pour appeler le réseau (fig. 1)

Consultez l'Annuaire. - Mettez la clé rouge d'une ligne libre sur position E. C. Décrochez. Dès que le signal de numérotation est entendu, manœuvrez le cadran d'appel, en commençant par la lettre du Central que vous désirez. En fin de conversation, raccrochez et remettez la clé rouge au repos.

B. Pour répondre au réseau :

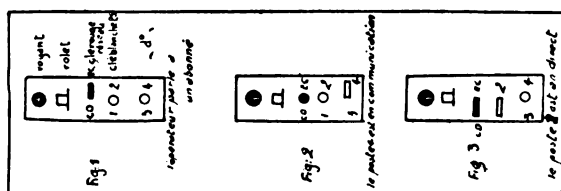
Mettez la clé rouge de la ligne appelante sur position E. C. et décrochez.

C. Pour passer à un poste supplémentaire (P. S.) la communication obtenue ou reçue (fig. 2) :

Relevez la clé rouge, appelez ce poste et aussitôt abaissez la clé blanche correspondante dans la même rangée verticale. **Raccrochez.**

Le voyant au blanc indique que la ligne est renvoyée. Le ronfleur signale le raccrochage du P. S. A ce moment là, ramenez la clé blanche au repos. Ne touchez pas à la clé rouge pendant la conversation. Si vous êtes coupé, raccrochez dans tous les cas ; le demandeur vous rappellera.

D. La nuit, ou à votre convenance, renvoyez la communication chez un gardien ou dans vos appartements en abaissant la clé rouge sur C. D. et la clé blanche du poste supplémentaire choisi. (fig. 3).



la pointe est en communication

la pointe est en communication

SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES.

SUR LE POSTE D'OPÉRATRICE DES MULTIPLES EXTENSIBLES,

par R. BIGORGNE,
ingénieur des Postes et Télégraphes.

Le montage des postes d'opératrice de multiple extensible indiqué par M. Gosselin (*Annales de: P.T.T.*, mai 1926) (fig. 1) réalise, pour un ensemble d'organes donnés (microphone, récepteur, bobine d'alimentation, transformateurs), la combinaison la plus avantageuse desdits organes. Mais on peut se demander s'il ne serait

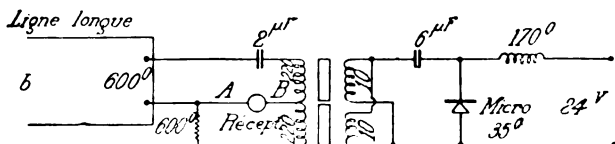


Fig. 1.

pas possible d'améliorer l'efficacité du poste en modifiant les caractéristiques de certains organes, celles des transformateurs en particulier.

Considérons donc comme des données du problème :

le microphone ayant une résistance effective moyenne de 35 ohms (il s'agit ici de la résistance effective, mesurée en courant alternatif à la fréquence de 1000 périodes par seconde, dans les conditions d'alimentation en courant continu précisées ci-dessous, et pour un degré d'agitation correspondant, dans ces conditions, à une force électromotrice voisine de 1^v,5 ; la résistance, mesurée en travail au

moyen d'un ampèremètre et d'un voltmètre à courant continu, est, dans les mêmes conditions, voisine de 55 ohms) ;

le circuit d'alimentation de ce microphone : batterie de 24 volts, bobine de 170 ohms ;

le condensateur de 6 microfarads placé dans le circuit du microphone ;

le récepteur téléphonique ;

la résistance réalisant l'antilocal (600 ohms) ;

et proposons-nous de rechercher si les transformateurs actuellement utilisés (transformateurs du type A) ont des caractéristiques convenables ; ces caractéristiques sont les suivantes :

Primaire : 10 ohms, 400 tours de fil de cuivre de 0^{mm},23 de diamètre ;

Secondaire : 220 ohms, 3.100 tours de fil de cuivre de 0^{mm},15 de diamètre.

Nous supposons le poste raccordé à une ligne longue ayant

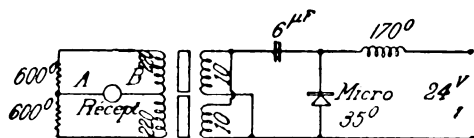


Fig. 2.

une impédance caractéristique de 600 ohms, angle zéro, et un affaiblissement b de l'ordre de 3 népers. Dans un but de simplification, nous négligerons l'influence du condensateur de 2 microfarads placé en série avec le poste (fig. 2).

Émission. — Le microphone et son circuit d'alimentation étant donnés, nous pouvons, pour des courants sinusoïdaux de fréquence déterminée, égale par exemple à 1000 périodes par seconde, assimiler le microphone à un générateur ayant une résistance intérieure de 35 ohms, indépendante de l'impédance sur laquelle le générateur débite, et une force électromotrice E , également constante. Comme l'équilibre du montage antilocal est exactement réalisé, tout se passe, au point de vue du courant reçu à l'extrémité réceptrice comme si un générateur ayant une résistance de 70 ohms et une force

électromotrice E , placé en série avec un condensateur de 3 microfarads, était raccordé à une résistance de 600 ohms au moyen d'un transformateur ayant les caractéristiques indiquées plus haut (fig. 3).

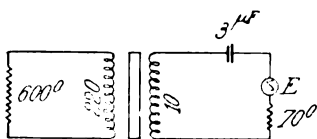


Fig. 3.

On sait que le transformateur parfait (fig. 4) susceptible de réaliser la jonction entre un générateur de force électromotrice E et d'une résistance de 70 ohms, placé en série avec un condensateur de 3 microfarads

(impédance imaginaire de l'ensemble : $70-j53$), et un récepteur d'une résistance de 600 ohms, dans les meilleures conditions de rendement, doit avoir un rapport de transformation égal à la racine carrée du rapport des modules des impédances à raccorder, soit, dans le cas actuel $\sqrt{\frac{600}{88}} = 2,61$. La différence de potentiel aux bornes du récepteur de 600 ohms est alors égale à $1,38 E$; elle

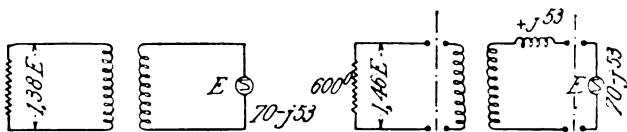


Fig. 4.

Fig. 5.

serait de $1,465 E$ si la jonction avait été réalisée non pas par un simple transformateur parfait, mais par le transducteur parfait (fig. 5).

Le transformateur du type A a un rapport de nombres de tours égal à $\frac{3100}{400} = 7,75$, qui s'écarte notablement des rapports de transformation du transformateur parfait de rapport optimum et du rapport de transformation (égal à 2,93, fig. 5) du transformateur parfait entrant dans la constitution du transducteur parfait. Il est à prévoir que son rendement est beaucoup plus mauvais que celui des deux montages considérés précédemment ; on a mesuré ⁽¹⁾ la

1. La méthode employée est décrite à l'Annexe I.

différence de potentiel aux bornes de la résistance de 600 ohms lorsque la liaison entre le générateur et le récepteur est réalisée au moyen du transformateur du type A, et on l'a trouvée égale à 0,65 E . Ainsi, lorsqu'on remplace le transducteur parfait par le transformateur du type A, on introduit une perte de transmission égale à 0,80 népers ; cette perte est seulement 0,06 népers lorsqu'on remplace le transducteur parfait par le transformateur parfait de rapport optimum.

On peut espérer diminuer la perte de transmission en utilisant un transformateur dont le rapport des nombres de tours se rapproche du rapport de transformation du transformateur parfait de rapport optimum. En substituant au transformateur du type A un transformateur ayant les caractéristiques suivantes (transformateur du type B) :

Primaire : 18 ohms, 1880 tours de fil de cuivre de 0^{mm},35 de diamètre,

Secondaire : 130 ohms, 4850 tours de fil de cuivre de 0^{mm},25 de diamètre,

on mesure aux bornes de la résistance de 600 ohms une différence de potentiel 1,00 E . Ainsi, lorsqu'on remplace le transducteur parfait par le transformateur du type B, dont le rapport des nombres de tours est $\frac{4580}{1880} = 2,435$, on introduit une perte de transmission égale seulement à 0,40 népers.

Réception. — Supposons qu'on applique à l'extrémité éloignée de la ligne une différence de potentiel E , et calculons l'intensité I du courant qui circule dans le récepteur téléphonique du poste d'opératrice. En vertu du théorème de Thévenin, cette intensité s'obtient en divisant la différence de potentiel V_{AB} qui existe entre les deux points A et B (fig. 2) lorsqu'on supprime le récepteur téléphonique, par l'impédance Z_R de ce dernier augmentée vectoriellement de l'impédance Z_{AB} de l'ensemble du montage, vu des bornes A B. Calculons d'abord l'intensité I' du courant qui parvient à l'extrémité réceptrice lorsqu'on supprime le récepteur téléphonique. La différence de potentiel qu'on mesurerait à l'extrémité réceptrice

de la ligne supposée en circuit ouvert étant approximativement $2E e^{-b}$, l'intensité I' a pour expression :

$$I' = \frac{2E e^{-b}}{600 + 600 + Z + Z} = \frac{E e^{-b}}{600 + Z},$$

Z désignant, pour chacun des deux transformateurs, l'impédance, vue des bornes secondaires, le primaire étant supposé fermé sur une résistance de S ohms en série avec un condensateur de 3 microfarads (1). La différence de potentiel mesurée entre les points A et B lorsqu'on supprime le récepteur téléphonique est donc :

$$V_{AB} = (600 + Z) \cdot I' = E e^{-b}.$$

L'impédance de l'ensemble du montage, vue des bornes AB, a pour valeur :

$$Z_{AB} = \frac{1}{2} (600 + T).$$

T désignant l'impédance mesurée aux bornes secondaires d'un

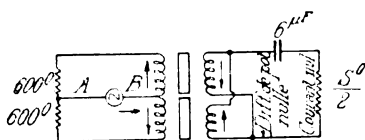


Fig. 6.

des transformateurs lorsque les bornes primaires sont en court-circuit (Si l'on connecte, en effet, un générateur aux bornes AB, les forces électromotrices développées dans les enroulements pri-

maires des deux transformateurs sont à chaque instant égales et opposées, et la différence de potentiel aux bornes primaires est constamment nulle : fig. 6.)

On a donc :

$$I = \frac{V_{AB}}{Z_R + Z_{AB}} = \frac{2E e^{-b}}{2Z_R + 600 + T}.$$

Cette formule montre que, pour un récepteur d'impédance donnée, l'intensité I du courant reçu dépend seulement de l'impé-

1. $\frac{S}{2}$ représente la résistance du microphone alimenté dans les conditions indiquées plus haut et soumis à une agitation nulle : $\frac{S}{2}$ est voisin de 20 ohms

dance T des transformateurs employés (impédance vue des bornes secondaires, les bornes primaires étant en court-circuit).

On a mesuré, à la fréquence de 1000, les diverses grandeurs figurant dans la formule ci-dessus :

$$Z_R = 145 + j. 115,$$

$$T = 730 + j. 205 \text{ (transformateur du type A),}$$

$$T = 230 + j. 370 \text{ (transformateur du type B).}$$

On en déduit :

$$|I| = \frac{2E e^{-b}}{1677} \text{ (transformateur du type A),}$$

$$|I| = \frac{2E e^{-b}}{1270} \text{ (transformateur du type B).}$$

On voit qu'en remplaçant les transformateurs du type A par les transformateurs du type B on réalise, à la réception, un gain de transmission de 0,275 népers.

Conclusions. — Les mesures et les calculs qui précèdent, valables pour des courants d'une fréquence de 1000, montrent que, pour donner de bons résultats, les transformateurs entrant dans la constitution du poste d'opératrice du multiple extensible doivent remplir les conditions suivantes :

1. Pour obtenir une bonne efficacité à l'émission, il convient que le rapport des nombres de tours de l'enroulement secondaire et de l'enroulement primaire ne s'écarte pas trop de la valeur 2,5 ou 3.

2. Pour obtenir une bonne efficacité à la réception, il faut que l'impédance T vue des bornes secondaires, les bornes primaires étant en court-circuit, soit telle que le module de la quantité imaginaire :

$$2 Z_R + 600 + T$$

soit aussi petit que possible, Z_R désignant l'impédance imaginaire du récepteur.

Les transformateurs du type A remplissent beaucoup moins bien que les transformateurs du type B les conditions ci-dessus. Afin de vérifier la supériorité de ces derniers, on a mesuré directe-

ment pour des fréquences de 400, de 1000 et de 1600 le gain de transmission qu'on peut réaliser en remplaçant dans le poste d'opératrice les transformateurs du type A par des transformateurs du type B ⁽¹⁾. Les résultats trouvés sont les suivants.

Gain de transmission (népers) réalisé en remplaçant les transformateurs du type A par les transformateurs du type B.

FRÉQUENCE.	ÉMISSION.	RÉCEPTION.
400	0,70	0,40
1000	0,40	0,30
1600	0,25	0,20

Ces résultats montrent qu'il serait probablement avantageux de remplacer les transformateurs du type A, entrant actuellement dans la constitution du poste d'opératrice des multiples extensibles, par des transformateurs établis en tenant compte des indications données plus haut ; les caractéristiques de ces transformateurs pourraient se rapprocher, par exemple, de celles des transformateurs du type B.

Remarque. — On a comparé, par des essais de téléphonométrie à la voix, le poste d'opératrice du multiple extensible (fig. 1) au poste téléphonique étalon, en utilisant l'installation normale d'essais avec lignes (fixe et variable) de câble standard. On a fait la même comparaison en remplaçant dans le montage du poste d'opératrice, les transformateurs du type A par des transformateurs du type B. En rapprochant les résultats de ces mesures, on constate que le gain de transmission (milles de câble standard) réalisé en remplaçant les transformateurs du type A par les transformateurs du type B a pour valeur :

Émission	3,5 m.c.s.,
Réception	4 m.c.s..

1. Les méthodes sont décrites à l'Annexe II.

Ces résultats ne doivent pas être comparés sans précaution aux résultats des calculs et des mesures à fréquence unique donnés précédemment, en raison des caractéristiques différentes des lignes utilisées dans l'un et l'autre cas. On notera néanmoins que les résultats des essais téléphonométriques à la voix sont voisins de ceux que donnent les mesures effectuées avec des courants d'une fréquence de 1000 périodes par seconde.

ANNEXE I.

Le générateur, de force électromotrice E et d'une résistance intérieure de 70 ohms, placé en série avec un condensateur de 3 microfarads, est raccordé à une résistance de 600 ohms au moyen d'un transformateur ; on se propose de mesurer la différence de potentiel V aux bornes de la résistance de 600 ohms.

Le générateur de résistance intérieure constante r et de force électromotrice constante E est réalisé de la façon suivante : un oscillateur, d'impédance et de force électromotrice quelconques, débite à travers une résistance réglable R sur une résistance fixe égale à r ; on ajuste la résistance réglable de façon que le courant qui la parcourt conserve une intensité constante I

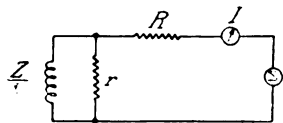


Fig. 7.

(fig. 7). Dans ces conditions, quelle que soit l'impédance Z connectée aux bornes de la résistance r , tout se passe comme si cette impédance Z était alimentée par un générateur de force électromotrice $E = r I$ et de résistance intérieure r .

Ce générateur, dont on maintient la force électromotrice constante et voisine d'un volt, est raccordé à une résistance de 600 ohms, tantôt à travers un condensateur de 3 microfarads placé en série avec le transformateur à essayer (position 1), tantôt directement (position 2) (fig. 8). Un voltmètre à lampes, de grande résistance intérieure, est connecté tantôt aux bornes de la résistance de 600 ohms (position 2), tantôt aux bornes d'une fraction x de cette résistance (position 1),

fraction qu'on détermine de façon que, dans les deux positions, le voltmètre accuse la même déviation. Un inverseur permet d'effectuer simultanément et instantanément toutes les commutations : permutation des deux résistances réglables R_1 et R_2 , ajustées de manière que l'intensité I soit la même pour les deux positions de l'inverseur ; per-

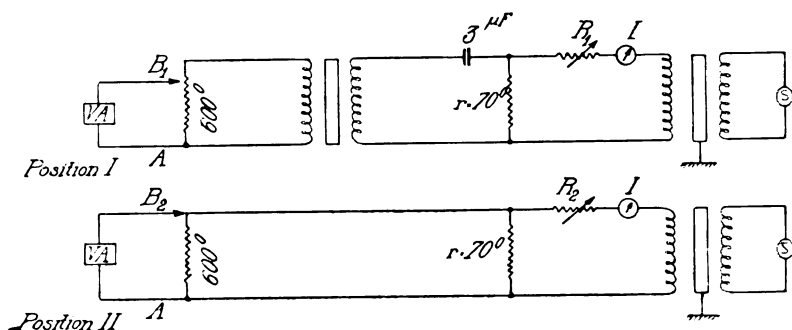


Fig. 8.

mutation de la liaison à travers le condensateur et le transformateur et de la liaison métallique directe ; permutation des points de raccordement B_1 et B_2 du voltmètre, les autres organes étant communs.

La différence de potentiel à mesurer a pour expression :

$$V = E \cdot \frac{600}{670} \cdot \frac{600}{x}.$$

ANNEXE II.

Mesure du gain de transmission réalisé en remplaçant, dans le montage du poste d'opératrice, les transformateurs du type A par des transformateurs du type B.

1° *Emission*. — Le microphone, alimenté dans les conditions normales et placé en série avec un condensateur de 6 microfarads, est connecté à une résistance de 600 ohms, tantôt à travers le transformateur du type A (position I) tantôt à travers le transformateur du type B (position II), suivant les montages indiqués par la figure 9. Une source sonore, de hauteur déterminée et de puissance constante, est placée devant le microphone. Un voltmètre à lampes est connecté

tantôt aux bornes de la résistance de 600 ohms (position 1), tantôt aux bornes d'une fraction x de cette résistance (position 2), fraction qu'on détermine de façon que, dans les deux positions, le voltmètre accuse

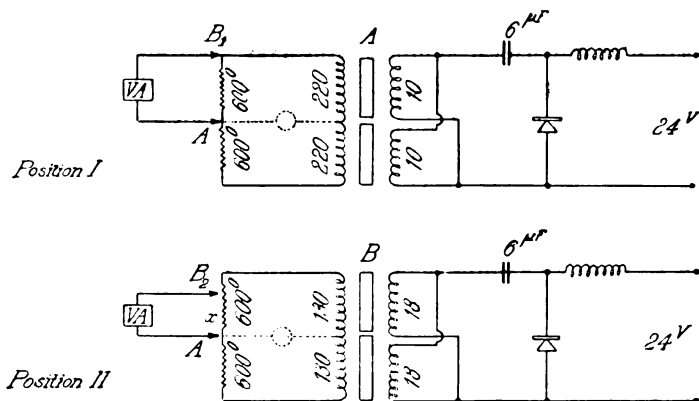


Fig. 9.

la même déviation. Un inverseur permet d'effectuer simultanément et instantanément toutes les commutations : permutation des transfor-

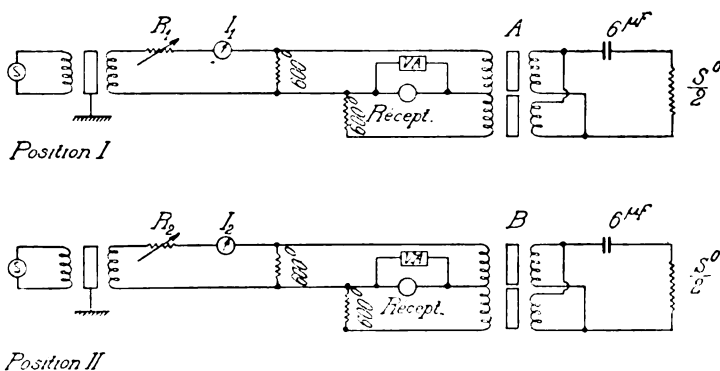


Fig 10.

mateurs, permutation des points de raccordement B_1 et B_2 du volt-mètre, les autres organes étant communs.

Le gain de transmission réalisé par la substitution des transformateurs du type A aux transformateurs du type B a pour expression :

$$2,303 \times \log \frac{600}{x}.$$

2° *Réception*. — Un générateur, dont la résistance intérieure r est égale à 600 ohms et dont on peut faire varier la force électromotrice $E = rI$ en agissant sur la résistance R , est connecté au montage du poste d'opératrice dans les conditions représentées sur la figure 10. Le poste d'opératrice est équipé tantôt avec des transformateurs du type A (position I) tantôt avec des transformateurs du type B (position II). Un voltmètre à lampes est connecté en permanence aux bornes du récepteur. On ajuste les résistances R_1 et R_2 de façon que, dans les deux positions, le voltmètre accuse la même déviation. Un inverseur permet d'effectuer simultanément et instantanément toutes les commutations : permutation des résistances R_1 et R_2 ; permutation des transformateurs du type A et du type B, tous les autres organes étant communs.

Le gain de transmission réalisé par la substitution des transformateurs du type A aux transformateurs du type B a pour expression :

$$2,303 \times \log \frac{I_1}{I_2},$$

I_1 et I_2 désignant les intensités des courants parcourant les résistances R_1 et R_2 .

Appareils pour
L'ÉCHANGE EN GARE DES DÉPÊCHES
avec les wagons-poste
SANS ARRÊT DU TRAIN. (1)

A la demande d'une administration, le Bureau international de Berne s'est adressé à toutes les administrations de l'Union postale pour les prier de lui fournir tous les renseignements utiles concernant les appareils en usage dans leur service pour l'échange en gare des dépêches avec les wagons-poste sans arrêt du train.

Les renseignements communiqués étant de nature à intéresser les lecteurs de l'Union postale, nous les publions ici.

États-Unis d'Amérique. — Un dispositif est installé à la porte du wagon-poste. Des grues sont placées dans les gares le long de la voie ouverte à la circulation ; elles sont pourvues d'appareils destinés à éviter des accidents. Les sacs postaux sont suspendus à ces grues et, lorsque le train approche de la gare, le dispositif de la porte du wagon-poste est soulevé et il saisit le sac.

Quelques compagnies de chemins de fer fabriquent elles-mêmes leurs grues ; d'autres les achètent chez certains fabricants, entre autres chez les suivants : Barker Mail Crane Company, Clinton, Iowa ; Burr Adjustable Mail Crane Company, 7621 N. Marshfield Ave., Chicago, Ill. ; Columbian Mail Crane Co., Columbus, Ohio ; Taylor and Boggis Co., Cleveland, Ohio. On ne sait pas si toutes les maisons susindiquées fabriquent encore des grues postales, mais on recommande de s'adresser à ces maisons.

La dépêche partante, ou la dépêche destinée à être remise par

1. Article paru dans *L'Union postale* (septembre 1928). L'article original est illustré de figures, fournies par les administrations des États-Unis et du Mexique.

le wagon-poste, est jetée à la main à un endroit spécialement aménagé sur une longueur suffisante et en pente. Un appareil satisfaisant, fonctionnant du wagon-poste, à la fois pour l'expédition et la réception des dépêches, n'a pas été inventé, bien que des efforts aient été faits, avec cet objet en vue, à plusieurs reprises.

Suivant les *Postal Laws and Regulations* des Etats-Unis d'Amérique, les échanges de dépêches ont lieu de la manière suivante: Les sacs postaux sont suspendus aux grues 10 minutes au plus avant l'arrivée du train. Pour ces échanges, il est fait usage de sacs spéciaux en canevas. Si la correspondance à expédier est peu nombreuse, le sac doit être serré à mi-hauteur au moyen d'une courroie et la correspondance placée dans la partie supérieure du sac ; au contraire, si la correspondance est abondante, elle doit être répartie également en haut et en bas. La courroie doit être agrafée au milieu du sac. En cas d'absence de la courroie, le sac doit être attaché à mi-hauteur.

Le sac doit être suspendu de façon que la serrure soit placée en bas.

Lorsque l'échange des dépêches a lieu la nuit, une lampe doit être placée à la grue.

Le poids maximum de la correspondance à placer dans un seul et même sac ne doit pas dépasser 35 livres ; les lettres ont la préférence sur les autres envois.

Commonwealth de l'Australie. — Un appareil pour l'échange des dépêches n'est utilisé que dans un seul Etat de la *commonwealth* : le Queensland.

En ce qui concerne les supports à dépêches, installés aux stations de chemins de fer, le bras ou plateforme d'un support à dépêches est dans une position horizontale lorsqu'un sac s'y trouve posé ; mais la position devient automatiquement perpendiculaire lorsque la dépêche a été saisie par le bras de l'appareil du bureau ambulant.

Le département des chemins de fer du Queensland fournit et entretient les leviers sur les wagons-poste. Toutefois, les supports à dépêches, dans les stations, sont fournis et entretenus par le département des Postes.

Canada. — L'administration canadienne a adopté, pour l'échange de ses dépêches sans arrêt du train, la *Columbian Mail Crane* (grue postale colombienne). Pour l'usage de cet appareil, l'administration a obtenu la collaboration des compagnies de chemins de fer, et celles-ci ont ordonné que la vitesse des trains soit réduite à vingt milles par heure environ. Leurs mécaniciens donnent des signaux spéciaux au moyen de coups de sifflets de la locomotive pour prévenir les commis ambulants de l'approche d'un endroit (*Catch post point*) où se trouve un appareil, et assez tôt pour que le commis ait le temps de se préparer. Au passage du train, le crochet du wagon-poste saisit la dépêche suspendue à l'appareil.

La grue fait partie de la voie ferrée, puisqu'elle est fixée à deux ou trois traverses plus longues que celles qui sont généralement employées. Cet arrangement a le double avantage de réduire le danger qui peut en résulter pour le public (les grues étant placées à une certaine distance de la plateforme des gares) et de permettre leur emploi à des endroits où des arrêts ne sont pas prévus. Au Canada, les grues sont placées à des endroits où il n'y a pas de gares, à des bifurcations de grandes routes et aux points les plus rapprochés des bureaux de poste.

France. — Les essais entrepris en France avec des appareils de divers modèles, et dont les plus récents remontent à 1921, n'ont pas donné de résultats nettement satisfaisants. Le fonctionnement de ces appareils, en effet, n'est pas exempt d'aléas pour les correspondances et présente, surtout, une grande insécurité pour le personnel préposé aux manœuvres.

D'autre part, la marche de la plupart des trains en circulation sur le territoire français est réglée de telle façon que les échanges de dépêches nécessaires au bon fonctionnement du service postal s'effectuent sans aucun mécanisme.

Dans ces conditions, l'administration française n'a pas jugé opportun, jusqu'à présent, de recourir à l'utilisation de dispositifs de l'espèce.

Grande-Bretagne. — L'administration britannique fait usage d'appareils spéciaux pour l'échange des dépêches avec les wagons-

poste en marche. Une description détaillée de cet appareil et des photographies seront publiées à part dans un des prochains numéros du journal *L'Union postale*.

Inde britannique. — L'office indo-britannique a fait usage, il y a quelques années, d'un appareil semblable sur un certain nombre de lignes de chemins de fer ; mais son emploi a été abandonné parce qu'il était dangereux et qu'il ne donnait pas satisfaction.

Sur une ligne de chemins de fer, des filets récepteurs ont été placés à certaines gares pour recevoir les sacs jetés pendant que le train est en marche, mais aucun arrangement n'a été pris pour la remise des sacs aux wagons-poste pendant la marche des trains.

Mexique. — L'échange des correspondances d'un train à un autre dans le service ambulant du Mexique se fait au moyen de raquettes quand un des convois ne s'arrête pas et que l'envoi remis ou expédié n'est pas trop volumineux. Pour cette opération, il faut cependant que le train ralentisse un peu sa marche.

Indes néerlandaises. — Le système anglo-américain et le système employé à Java diffèrent à la fois par l'appareil du wagon-poste et par celui qui est sur le quai.

A Java, avec l'installation qui existe à la fois dans le wagon-poste et sur le quai, la réception aussi bien que la livraison des sacs postaux est effectuée par un seul appareil en deux opérations.

De même, en ce qui concerne le chemin de fer javanais, consistant essentiellement en une voie unique, la livraison et la réception s'effectuent dans les deux sens du parcours, l'installation étant, en conséquence, symétrique. Ainsi, le réseau de chemin de fer de l'île de Java étant généralement longitudinal, tous les appareils des wagons-poste se trouvent placés du côté nord, chaque appareil de la voie latérale étant tourné au sud ; il en est de même sur les sections à double voie.

Une autre différence, c'est que, à Java, l'appareil du wagon-poste n'est pas séparable, mais fixé en permanence à la voiture, et cela non pas aux portières, mais, avec moins de danger, à une fenêtre.

Toutes les parties extérieures, lorsqu'elles ne sont pas en usage, pendent librement le long de la voiture et elles ne sont soulevées qu'en vue d'atteindre le quai et de livrer le sac à dépêches. En outre, l'échange a lieu au dessus des plates-formes, à une hauteur telle, que tout risque de heurter des personnes à la station est entièrement écarté, et qu'un emplacement convenable de l'appareil de quai est facile à trouver. Très rarement un chauffeur ou un mécanicien a été heurté ou blessé par un appareil de quai.

Depuis son introduction en 1906, l'appareil a subi très peu de changements. Ils consistèrent principalement à placer les bras de leviers, qui saisissent le sac depuis le train, un peu plus loin l'un de l'autre, et à placer entre eux un filet de manière à recevoir le sac une fois celui-ci saisi, et à éviter qu'il ne s'entortille autour des crochets. En outre, on a pourvu les wagons-poste d'un appareil à chaque extrémité : le premier prend le sac du quai, le second remet le sac du wagon à l'appareil de quai.

L'appareil de quai consiste en un ancien rail avec de solides croisillons fixés à la base. L'extrémité de la partie supérieure recourbée est munie d'une fourche à deux dents, à laquelle est assujéti un anneau flexible portant le sac postal à livrer à l'ambulant. Le service est fait au moyen de deux bras mobiles. Il y a aussi deux cadres de fer pour des filets de chanvre destinés à amortir le choc, lors de la réception d'un sac.

A une vitesse de 50 milles à l'heure, le poids du sac lui-même est limité à 10 kilos : pour 65 milles à l'heure, à 6 kilos.

Dans toutes les gares possédant un bureau de poste et aux croisements, les trains s'arrêtent pendant un temps suffisant pour échanger les sacs postaux à la main.

L'appareil du wagon-poste est placé du côté nord et se compose d'un double équipement : l'un pour prendre les sacs, l'autre pour les livrer. Chacun des deux équipements, qui sont placés, comme on l'a dit plus haut, près des fenêtres, comprend un cadre rectangulaire en fer (avec des angles bien arrondis et des cornets pour porter le filet récepteur), deux bras pour saisir le sac, un bras central avec une fourche sur pivot, analogue à celle du quai, et un levier intérieur. Lorsque l'appareil n'est pas en service, ce levier est levé et fixé par

une serrure. Le cadre avec les bras pendent librement sur le côté du wagon. Lorsqu'on abaisse le levier, l'appareil se soulève dans sa position d'activité, et reste fixe grâce à une chaîne adaptée à l'extrémité recourbée du levier. Après que les précautions ordinaires ont été prises, le personnel n'a plus à s'occuper de l'appareil.

Les positions respectives des appareils de quai et des équipements des wagons-poste sont vérifiées périodiquement et maintenues en bon état, en sorte qu'un insuccès dans la livraison et la réception d'un sac est très rare.

Suisse. — L'administration des postes suisses ne fait pas usage d'appareils pour l'échange de dépêches avec les bureaux de poste ambulants dans les gares où le train ne s'arrête pas. Néanmoins, les ambulants circulant dans les trains directs forment parfois des dépêches aux gares ou stations dans lesquelles ces trains ne font pas halte. En l'occurrence, les sacs sont lancés à la force des bras par le personnel desservant l'ambulant, à un endroit fixé au préalable, d'entente avec le chemin de fer (devant la station même, avant ou après, côté droit ou gauche). Ce procédé n'est toutefois pas exempt de danger : il est déjà arrivé que des dépêches maladroitement lancées aient passé sous les roues du train ou atteint des personnes. En égard à ces risques, les dépêches de l'espèce ne doivent pas excéder le poids de 10 kilos, ni renfermer d'envois de grandes dimensions tels que paquets de journaux volumineux, colis, échantillons, livres, etc... Elles ne sont prévues que dans les cas où, faute d'autres communications équivalentes, elles présentent un réel avantage au point de vue de la distribution des correspondances. Actuellement, ce procédé ne s'applique, sur tout le territoire suisse, qu'à environ 60 dépêches, lancées de 28 trains à 45 stations.

LE BATTEMENT DU CŒUR
considéré comme
OSCILLATION DE RELAXATION
et un modèle électrique du cœur, ⁽¹⁾

par B. VAN DER POL et J. VAN DER MARK.

1. Oscillations sinusoïdales. — La forme la plus commune des mouvements oscillatoires que l'on rencontre d'habitude est caractérisée par son allure sinusoïdale. Comme exemples nous pouvons citer le mouvement d'un pendule, le mouvement des branches d'un diapason, le mouvement d'une corde tendue. Mais nous trouvons ces oscillations sinusoïdales non seulement dans des systèmes mécaniques, mais aussi très fréquemment dans des systèmes pure-

1. Le développement de la technique télégraphique, téléphonique et radio-électrique a conduit à pousser très loin l'étude théorique des oscillations électriques. Les méthodes ainsi constituées conduiraient sans doute à bien des progrès dans l'étude des phénomènes périodiques de toute nature si l'on parvenait à rapprocher des domaines tenus d'habitude fort séparés. Les conquêtes les plus remarquables de la théorie des phénomènes périodiques dans ces dernières années sont sans doute l'emploi d'équations intégrales dans l'étude des régimes transitoires par M. Carson aux Etats-Unis et M. Paul Lévy en France, et l'étude aux Pays-Bas des oscillations de relaxation par M. van der Pol. Or la première de ces théories vient d'être appliquée avec un succès marqué à la recherche de la corrélation entre les séries économiques ⁽²⁾ ; et la seconde a amené M. van der Pol, entre autres résultats, à interpréter le dynamisme du cœur au moyen d'un modèle électrique qui a été vivement admiré dans les milieux médicaux compétents. Nous reproduisons ici la belle conférence de M. van der Pol, qui a paru dans *L'Onde électrique* de septembre dernier. Aux nombreux et saisissants exemples de phénomènes périodiques de relaxation qu'il a cités, il nous a paru intéressant d'ajouter (p. 1071) ceux, de genres très divers, qu'a recueillis le d^r Kopaczewski dans *La Nature*. Chacun des phénomènes cités par M. van der Pol ou par le d^r Kopaczewski pourrait très probablement donner lieu, en lui appliquant les théories que nous connaissons, à une étude fructueuse. (N.d.l.r.)

a) M. K. ZINN. *A general theory of the correlation of time series of statistics* (*The Review of economic statistics*, Harvard Economic Service, 1927).

ment électriques et également dans des systèmes électro-mécaniques. Un exemple caractéristique d'oscillations sinusoïdales purement électriques est donné par les courants de haute fréquence de la radio-télégraphie et de la radio-téléphonie ; d'autre part, les courants alternatifs industriels produits par un alternateur tournant forment un exemple typique d'oscillations électro-mécaniques du type sinusoïdal.

Etant donné que les équations différentielles qui régissent le mouvement de particules matérielles ressemblent très souvent, même jusque dans leurs détails, aux équations qui régissent le mouvement de l'électricité dans les conducteurs, une analogie profonde existe entre beaucoup d'oscillations produites électriquement et celles de particules matérielles. Par exemple, l'équation différentielle décrivant les petites oscillations d'un pendule libre est exactement identique à celle qui décrit les variations du courant ou de la différence de potentiel dans un circuit oscillant composé d'une bobine de self-inductance L et de résistance r connectée en série avec un condensateur de capacité C . De fait, cette équation est

$$L \frac{d^2v}{dt^2} + r \frac{dv}{dt} + \frac{1}{C} v = 0,$$

ou

$$\ddot{v} + \alpha \dot{v} + \omega^2 v = 0, \quad (1)$$

où l'on a posé

$$\alpha = \frac{r}{L},$$

$$\omega^2 = \frac{1}{CL}.$$

Il est bien connu que, lorsque

$$\alpha^2 \ll \omega^2 \quad (2)$$

c'est-à-dire lorsque la résistance du circuit est très petite, la décharge du condensateur est sinusoïdale amortie, et sa fréquence angulaire ω (1) est donnée par la formule classique

$$\omega^2 = \frac{1}{CL}. \quad (3)$$

1. $\omega = 2\pi n$ où n est la fréquence, c'est-à-dire le nombre d'oscillations complètes par seconde.

Nous voyons, par conséquent, que la fréquence de ces oscillations électriques d'un type courant est déterminée par le produit d'une *self inductance* par une *capacité*.

Exactement de la même manière, nous trouvons pour la fréquence angulaire ω d'un pendule :

$$\omega^2 = \frac{ml^2}{mgl} = \frac{l}{g}, \quad (4)$$

où m = masse du pendule ;
 l = longueur du pendule ;
 g = accélération due à la pesanteur.

Comme nous l'avons dit plus haut, les oscillations que nous venons de décrire ont une forme sinusoïdale, mais de plus, ces oscillations décroissent graduellement avec le temps, autrement dit sont *amorties*. Cet amortissement est dû à la dissipation de l'énergie : dans le cas électrique par la résistance ohmique, dans le cas mécanique par la résistance de frottement dans le support du pendule.

Mais en électrotechnique et particulièrement dans le domaine de radio-télégraphie nous avons à notre disposition des résistances d'un caractère négatif. Au lieu de dissiper de l'énergie, ces résistances négatives peuvent *fournir* de l'énergie. Il est évident par conséquent qu'elles ne se présentent que dans les systèmes qui contiennent une source d'énergie. Si dans un circuit électrique oscillant tel que celui que nous avons décrit nous insérons une résistance négative au lieu d'une résistance positive, les oscillations du système auront tendance à augmenter indéfiniment en amplitude, au lieu de diminuer comme cela serait le cas si nous avions une résistance positive. Le récepteur radio-télégraphique bien connu dit « à réaction » est un exemple typique d'un pareil circuit oscillant à résistance négative, car lorsque la réaction est trop poussée, le système se met à osciller spontanément, des oscillations infinitésimales augmentant graduellement jusqu'à une amplitude finie sous l'action de cette résistance négative. De même, les oscillations électriques produites par un transmetteur à arc ont lieu grâce à la résistance négative de l'arc.

L'équation différentielle d'un pareil système serait par consé-

quent analogue à l'équation (2) mais le signe de la résistance serait changé et l'équation deviendrait par conséquent :

$$\ddot{v} - \alpha \dot{v} + \omega^2 v = 0. \quad (2a)$$

Toutefois cette augmentation de l'amplitude ne peut pas continuer indéfiniment, et par conséquent il y aura toujours dans le système une cause quelconque qui rendra la résistance de nouveau positive, lorsque l'amplitude aura dépassé une certaine valeur. Par suite la résistance r du système et également l'expression α doivent être une fonction de l'amplitude telle qu'elle change de signe lorsque l'amplitude est supérieure à une certaine valeur constante déterminée par la nature du système.

Par suite pour pouvoir décrire l'augmentation d'amplitude de ces oscillations sinusoïdales et leur limitation à une amplitude déterminée, nous devons remplacer l'équation (2a) par la suivante

$$\ddot{v} - \alpha (1 - v^2) \dot{v} + \omega^2 v = 0 \quad (5)$$

car de la sorte α a été remplacé par $\alpha (1 - v^2)$ et cette expression change de signe dès que v^2 devient supérieur à l'unité, cette der-

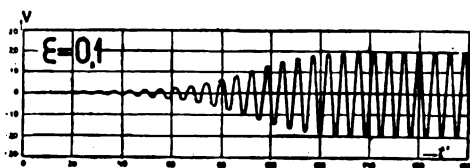


fig. 1. — Représentation graphique de la solution de l'équation (5) avec la condition $\varepsilon = \alpha/\omega = 0,1$. Dans ce cas l'équation représente une oscillation sinusoïdale d'amplitude augmentant d'abord graduellement et atteignant finalement une valeur constante.

nière valeur étant d'ailleurs choisie arbitrairement et dépendant seulement des unités employées.

Comme nous l'avons dit plus haut la condition pour que des oscillations sinusoïdales s'établissent est

$$\alpha^2 < \omega^2$$

et un exemple caractéristique de solution de l'équation (5) lorsque

$$\alpha^2 = \frac{1}{100} \omega^2$$

est donné dans la figure 1, où l'on voit clairement l'augmentation de l'amplitude qui finalement conserve une valeur constante.

2. Oscillations de relaxation. — Il est intéressant de rechercher quelle peut être la solution de l'équation (5), lorsque la condition

$$\alpha^2 \ll \omega^2 \quad (2)$$

est remplacée par

$$\alpha^2 \gg \omega^2. \quad (6)$$

Rendons-nous compte d'abord du sens physique de la condition (6). Ici la résistance initiale, tout en étant négative, est tellement grande que, si elle était constante et indépendante de l'amplitude, le système serait très fortement apériodique. Et de même

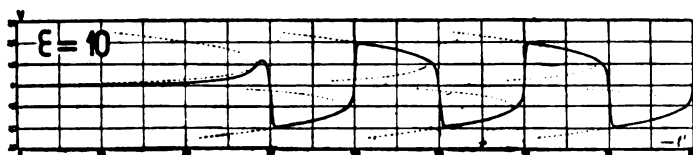


Fig. 2. — Représentation graphique de la solution de l'équation (5), mais cette fois avec la condition $\varepsilon = \alpha/\omega = 10$. Dans ce cas, l'équation représente une « oscillation de relaxation » caractérisée entre autre par sa forme qui diffère considérablement d'une courbe sinusoïdale. On voit que des sauts brusques se produisent périodiquement.

qu'un système apériodique à résistance positive tend toujours vers zéro d'une manière apériodique, notre système apériodique à résistance négative aurait toujours tendance à s'éloigner de zéro, également d'une manière apériodique, c'est-à-dire sans aucune espèce d'oscillations. Mais aussitôt que la valeur instantanée de v^2 devient supérieure à l'unité, le caractère négatif de la résistance cesse d'avoir lieu et la résistance devient positive. Par suite, l'élongation à ce moment tend de nouveau à décroître apériodiquement. Par consé-

quent avec la condition (6) le système a tendance tout d'abord à sauter de la valeur zéro à une valeur positive, décroissant ensuite graduellement, puis tout à coup de sauter à une valeur négative et ainsi de suite.

Effectivement une solution de l'équation (5) avec la condition

$$\alpha^2 = 100 \omega^2$$

est représentée dans la figure 2. D'une étude analytique plus approfondie de l'équation (5) avec la condition (6) faite par l'un des auteurs de cette note (¹), il résulte que la période T_{rel} de ces dernières oscillations est donnée approximativement par

$$T_{\text{rel}} = \frac{\omega^2}{\alpha} = Cr \quad (7)$$

au lieu de

$$T_{\text{sin}} = 2\pi \sqrt{CL} \quad (8)$$

comme dans le cas sinusoïdal pour lequel nous avons

$$\alpha^2 < \omega^2. \quad (2)$$

Par suite la période de ces nouvelles oscillations dans ce cas électrique particulier est déterminée par la *durée de décharge d'un condensateur*, que l'on appelle parfois une *durée de relaxation*, et par suite nous appellerons ce type d'oscillations des *oscillations de relaxation*.

Bien que les oscillations de relaxation aient été découvertes tout d'abord de la manière que nous venons de décrire, on voit bien qu'elles doivent être rencontrées dans toutes sortes de domaines naturels. D'une manière générale, lorsque nous rencontrons dans la nature un phénomène périodique dont la période n'est pas rigoureusement constante et lorsque cette période n'est pas déterminée par une masse et une élasticité (ou par une self-inductance et une capacité comme dans l'exemple électrique), mais que la période est donnée par une durée de relaxation sous une forme quelconque, nous devons penser que nous avons affaire à une forme quelconque

1. Balth. van der Pol. *Phil. Mag.*, **51**, 978 (1926), *Jarhbuch der drahtlosen Telegr.*, **28**, 178 (1926), **29**, 114 (1927).

d'oscillations de relaxation dont le type général a été donné plus haut sous une forme mathématique. Car il y a des durées de relaxation de bien des types différents, tels que le temps nécessaire à un courant pour atteindre sa valeur finale dans un système contenant une self-inductance, une durée de diffusion, une durée d'établissement de température, une durée de combinaisons chimiques et toutes espèces de durées d'amortissement produisant cependant *une fois seulement* au cours d'une expérience particulière ; par exemple nous pouvons amener deux gaz au contact et constater qu'ils diffusent l'un dans l'autre, expérience dans laquelle la durée nécessaire à cette diffusion est du type que nous avons appelé durée de relaxation. Toutefois, ce phénomène se produit une fois seulement, et il est caractéristique des oscillations de relaxation que ce phénomène asymptotique se répète périodiquement. Il est évident que cette reproduction automatique périodique d'un phénomène typiquement apériodique est intimement liée à la présence d'une source d'énergie d'un type quelconque. Considérons par exemple *la harpe éolienne*, qui consiste en une corde tendue, contre laquelle le vent souffle. Un examen détaillé montre que derrière la corde des tourbillons se forment alternativement vers la droite et vers la gauche et se propagent en s'éloignant de la corde, faisant place de cette manière à de nouveaux tourbillons qui se créent et s'éloignent de la même façon. Ainsi dans le cas d'une harpe éolienne comme dans celui du vent qui souffle dans les fils télégraphiques en produisant un son sifflant, la période du son produit est déterminée par une durée de relaxation et n'a absolument rien de commun avec la période naturelle de la corde vibrant d'une manière sinusoïdale. On peut citer beaucoup d'autres exemples d'oscillations de relaxation, telles que : le marteau pneumatique, le grincement d'un couteau sur une assiette, un drapeau flottant au vent, le bourdonnement produit parfois par un robinet, le grincement d'une porte, la machine à vapeur à double effet avec un volant insuffisant, l'expérience de M. Janet sur une dynamo-série, le multivibrateur d'Abraham et Bloch (¹), le multivibrateur à lampe

1. ABRAHAM et BLOCH, *Annales de Physique*, 12, 237, 1919.

bigrille (1), les étincelles périodiques obtenues en tournant une machine de Whimshurst, l'interrupteur de Wehnelt, la décharge intermittente d'un condensateur à travers un tube à néon (2), la réapparition périodique des épidémies et des crises économiques, la variation périodique d'un nombre pair d'espèces d'animaux vivant ensemble et certaines espèces servant d'aliments aux autres (3), le sommeil des fleurs, l'apparition périodique de pluies derrière une dépression, le frisson provenant du froid, la menstruation et finalement les battements du cœur (4). Dans tous ces exemples la fréquence de ces phénomènes périodiques n'est pas déterminée par le produit d'une élasticité et d'une masse, mais plutôt par une forme quelconque de durée de relaxation.

Le fait que la fréquence de ces phénomènes périodiques n'est pas rigoureusement constante est dû à ce qu'une durée de relaxation est déterminée notamment par une résistance d'un type quelconque et c'est un fait bien connu que des circonstances extérieures peuvent modifier bien plus aisément une résistance qu'une masse ou une élasticité.

3. Propriétés des oscillations de relaxation. — Deux des propriétés des oscillations de relaxation ont déjà été discutées plus haut, à savoir :

a) leur forme très différente de la forme sinusoïdale (elle est caractérisée par des sauts discontinus se produisant toutes les fois que le système devient instable, périodiquement par conséquent).

b) leur période qui est déterminée par une durée de relaxation.

Une troisième propriété non moins importante est la facilité avec laquelle des oscillations de relaxation se mettent en synchro-

1. BALTH. VAN DER POL, *Phil. Mag.*, **51**, 991, 1926.

2. SCHALLREUTER, *Ueber Schwingungserscheinungen in Entladungsröhren* (Wieweg), 1923.

3. VOLTERRA, *Comptes rendus de l'Académie des Lincei*, 1926.

4. Le point de vue d'après lequel des oscillations du cœur appartiennent au type des oscillations de relaxation a été pour la première fois exprimé il y a deux ans. Voy. BALTH. VAN DER POL, *Phil. Mag.*, **51**, 992, 1926.

nisme avec un phénomène extérieur périodique agissant sur elles (¹). Ceci peut s'expliquer de la façon suivante :

Supposons qu'un système exécutant des oscillations de relaxation soit construit de telle manière qu'en faisant varier l'un de ses paramètres, nous puissions changer sa période propre de relaxation dans un grand intervalle d'une façon bien déterminée, tout d'abord nous réglerons le système de manière qu'il oscille très rapidement et nous lui appliquerons une petite force extérieure périodique de la même fréquence que celle à laquelle oscille le système. Réduisant ensuite graduellement la période propre de relaxation du système, nous constaterons que celui-ci continue à osciller avec la période de la force extérieure, de sorte que le système se met automatiquement en synchronisme avec la force extérieure. Nous pouvons faire descendre la fréquence propre du système presque jusqu'au voisinage de l'octave inférieur sans qu'il cesse d'osciller en parfait synchronisme avec la force extérieure. Si nous continuons à réduire la période du système, sa fréquence saute tout à coup à une valeur qui est exactement *la moitié* de la fréquence de la force extérieure et le système se maintient automatiquement à cette nouvelle fréquence dans une gamme étendue. Une nouvelle réduction de la fréquence propre du système, toujours sans toucher à la fréquence de la force extérieure, fait osciller tout à coup le système sur le troisième *sousharmonique* de la force appliquée, où il se maintient de nouveau dans une gamme étendue, etc... Il nous a été possible de prolonger cette expérience de *démultiplication de fréquence* jusqu'au rapport de 200 : 1. L'analogie avec un blocage partiel du cœur sera évident dans un instant. Les résultats d'expériences semblables faites avec les oscillations de relaxation produites par un tube à néon combiné avec une résistance et une capacité sont donnés dans la figure 3, où la capacité du système est portée en abscisses et la période de l'oscillation de relaxation en ordonnées, la ligne pointillée donne la relation entre ces deux qualités en absence d'une force électromotrice extérieure, et est approxi-

1. BALTH. VAN DER POL et J. VAN DER MARK, Frequency demultiplication, *Nature*, sept. 10, 1927.

mativement une ligne droite ($T = Cr$), tandis que la ligne brisée indique la fréquence avec laquelle le système oscille sous l'influence de la force électromotrice périodique extérieure.

Le fonctionnement de certains instruments à vent peut être expliqué de la même façon. Par exemple, dans le cas d'une flûte, l'air soufflant contre l'embouchure produit une oscillation de

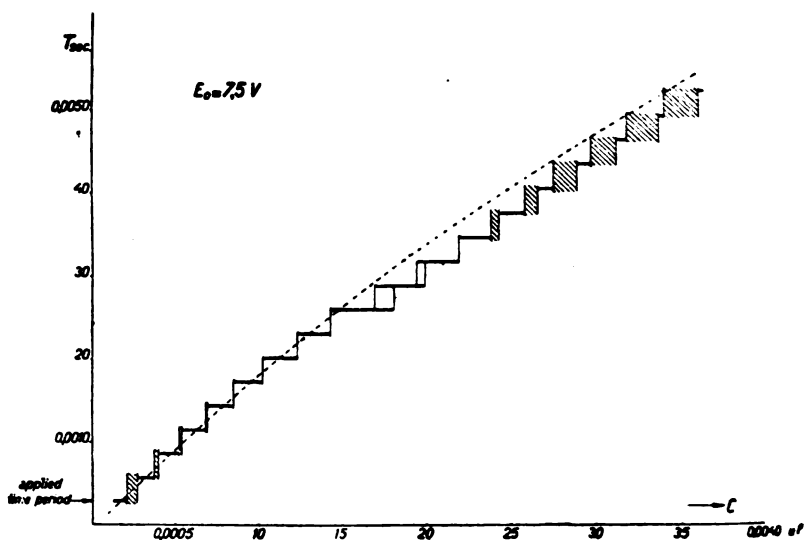


Fig. 3. — Un exemple de *démultiplication de fréquence*. Le système de relaxation répond successivement à différents subharmoniques (harmoniques inférieurs) de la force électromotrice alternative appliquée.

relaxation du type éolien ; ce système est couplé d'une manière serrée avec le tuyau qui peut osciller seulement d'une manière sinusoïdale et qui peut réagir sur l'oscillation de relaxation. On peut donc dire que dans ce cas l'entretien de la vibration est déterminé par une oscillation de relaxation alors que le couplage serré d'un système sinusoïdal avec le système à relaxation fait que la fréquence est déterminée dans ce cas par le système sinusoïdal.

Un autre exemple de la facilité avec laquelle une oscillation de relaxation peut être synchronisée par l'effet d'une petite force périodique extérieure est donné par le cas que nous avons observé

d'un interrupteur de Wehnelt qui tout d'abord fonctionnait irrégulièrement, mais qui tout à coup a donné des interruptions très régulières d'un courant continu, aussitôt que l'on a superposé un faible courant alternatif au courant continu, l'énergie alternative ainsi fournie étant très petite vis-à-vis de l'énergie du courant continu.

4. Modèle dynamique schématique du cœur. — Dans l'application de la théorie des oscillations de relaxation aux battements du cœur, nous considérerons celui-ci comme un système à trois degrés de liberté : *le sinus*, *l'oreillette* et *le ventricule*. Etant donné que normalement les deux oreillettes battent exactement en synchronisme et qu'il en est de même des deux ventricules, nous parlerons dans ce qui suit de *l'oreillette* et *du ventricule*. Etant donné que nous considérons le cœur comme ayant trois degrés de liberté seulement, il est évident que nous excluons dès le début tous ces mouvements du cœur qui, exprimés dans un langage mathématique, ne peuvent être décrits que par des équations aux dérivées partielles. Par exemple, nous ne pourrions pas retrouver la vitesse finie de propagation d'une contraction dans la paroi du cœur. Nous ne considérons pas davantage le « flutter », ni la fibrillation puisque ces phénomènes sont en liaison directe avec des ondes progressives et des ondes stationnaires.

Retournant à notre modèle du cœur qui ne possède que trois degrés de liberté seulement, nous considérons chacun d'eux comme étant capable d'osciller par lui-même suivant des oscillations de relaxation, chacun des trois systèmes ayant sa période propre particulière. De plus, un couplage existe entre le sinus et l'oreillette, le premier organe agissant sur le second. Un second couplage existe entre l'oreillette et le ventricule, couplage qui se trouve réalisé par le moyen du *jaisceau de His*.

Dans un cœur normal, les deux couplages, dont nous venons de parler, présentent cette particularité qu'ils transmettent une excitation dans *une* direction seulement, c'est-à-dire du sinus à l'oreillette, et de l'oreillette au ventricule respectivement, ces couplages sont en d'autres termes, dans le cœur normal, d'un carac-

rière unidirectionnel. Dans le modèle électrique que nous allons décrire, ces deux couplages sont par suite représentés par deux lampes triodes, dont la fonction n'est nullement d'amplifier, mais qui sont seulement insérées dans le but de fournir un couplage unidirectionnel ; on sait, en effet, qu'une modification du potentiel de grille d'une triode a un effet sur le circuit d'anode, mais qu'un changement fait dans le circuit d'anode n'a pas de répercussion sur le circuit de grille ou circuit d'entrée de la triode.

En considérant les battements du cœur comme des oscillations de relaxation, nous n'entrerons pas dans la question de savoir si une excitation électrique cause, ou précède, les contractions du cœur. Le seul objet de la présente note est de fournir une présentation d'ensemble logique du phénomène des battements du cœur considérés comme oscillations de relaxation. Les propriétés de ces oscillations qui ont été obtenues récemment nous permettent de considérer le rythme du cœur d'un point de vue nouveau, rendant compte de ces particularités d'une manière logique. Comme applications de cette théorie nouvelle, certaines anomalies du rythme cardiaque peuvent être prédites, qui, pour autant que nous le sachions, n'ont pas encore été observées sur le cœur humain.

5. Description du modèle électrique du cœur. — Pour obtenir un modèle du cœur conformément à la théorie qui vient

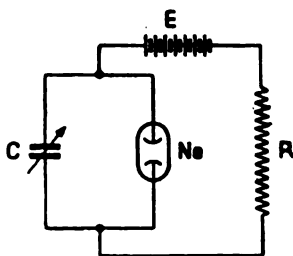


Fig. 4. — Un système capable de produire des oscillations de relaxation. Il consiste en une lampe à néon Ne , un condensateur d'environ 1 microfarad, une résistance R de l'ordre de 1 megohm et une batterie de 180 volts à peu près.

d'être exposée, on pourrait employer des systèmes variés capables de produire des oscillations de relaxation. Un système très pra-

tique, et également particulièrement commode pour des démonstrations, est constitué par un tube à néon soumis à des décharges intermittentes. Un pareil système est représenté sur la figure 4. E est une batterie de 150 à 200 volts, R une résistance de l'ordre de 1 mégohm et C une capacité de l'ordre de quelques microfarads. Le fonctionnement de ce système est à peu près le suivant. Tout d'abord, le tube à néon est éteint et le condensateur C est chargé

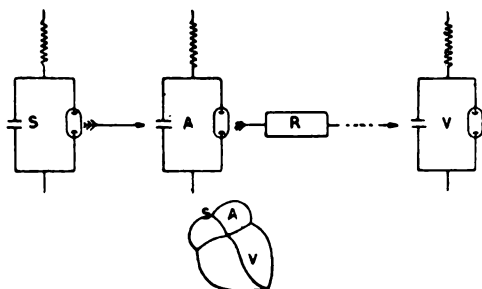


Fig. 5. — Représentation schématique du cœur par 3 systèmes de relaxation S (= Sinus), A (= Oreillette) et V (= Ventricule). R est un système à retardement représentant dans le modèle le temps fini nécessaire pour la transformation d'un stimulus par le faisceau de His.

progressivement par la batterie E à travers la résistance R jusqu'à ce que la différence de potentiel entre les plaques du condensateur (auquel est connectée la lampe à néon Ne) atteigne le potentiel de décharge de la lampe à néon. A ce moment, une décharge a lieu tout à coup à travers le gaz de la lampe, court-circuitant le condensateur, qui se décharge en un temps très court à travers la lampe à néon. Il est évident qu'au cours de ce court intervalle de temps la différence de potentiel entre les plaques du condensateur tombe à une valeur tellement basse que la décharge à travers le gaz ne peut plus avoir lieu. A ce moment, le chemin conducteur à travers Ne est soudainement interrompu, le condensateur se recharge alors lentement à travers la grande résistance R et le même cycle se répète indéfiniment. Comme la durée de charge du condensateur (en secondes) est donnée par le produit de la capacité C (en farads) et de la résistance R (en ohms) la période T_{rel} de cette oscillation de relaxation sera environ

$$T_{rel} = CR = 10^{-6} \cdot 10^{+6} = 1 \text{ seconde ;}$$

nous verrons par conséquent la lampe à néon donner un court éclat à peu près une fois par seconde.

Dans la figure 5, le cœur est représenté par trois systèmes semblables au précédent, le premier S représentant le sinus, le second A l'oreillette et le troisième V le ventricule. Entre A et V le rectangle R représente un système à retardement qui reproduit le temps fini qu'il faut à une excitation pour être transmise à partir de l'oreillette jusqu'au ventricule en passant par le faisceau de His. Dans notre modèle électrique, ce retard est produit par l'action d'un

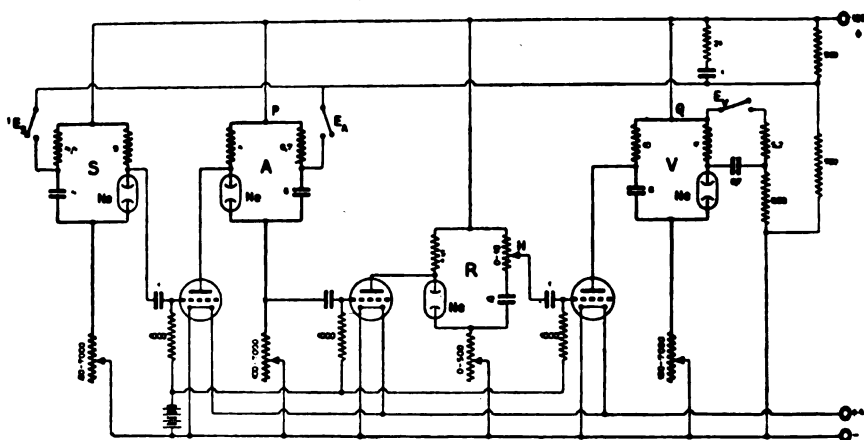


Fig. 6. — Schéma complet des connexions du modèle électrique du cœur.

quatrième tube à néon, qui a par conséquent pour fonction de faire en sorte que la systole ventriculaire se produise un peu plus tard que la systole auriculaire correspondante. Toutefois, n'importe quel autre système à retardement pourrait être employé et nous tenons à souligner le fait que le fonctionnement de notre modèle est indépendant du type du système employé pour produire ce retardement.

La figure 6 donne un schéma électrique complet de notre modèle.

Une photographie de l'instrument est donnée dans la figure 7 où l'on peut voir que les trois tubes à néon S, A et V sont placés sur le devant de l'instrument. Chaque éclat correspond à l'activité de la partie respective du cœur.

Le fonctionnement du modèle se produit comme il suit : le système S (le sinus) produit des oscillations de relaxation. A travers la première triode cette excitation est transmise d'une manière unidirectionnelle au second système de relaxation A (l'oreillette), l'excitation de l'oreillette est transmise d'une manière unidirectionnelle par la seconde triode au système à retardement R et de là à travers le troisième triode au ventricule V.

En faisant varier la résistance H , nous pouvons agir sur le couplage entre l'oreillette et le ventricule et imiter de cette manière les belles expériences d'Erlanger et de Frédéricq dans lesquelles on pince d'une façon graduelle le faisceau de His. Nous pouvons également au moyen de trois clés donner respectivement au sinus, à

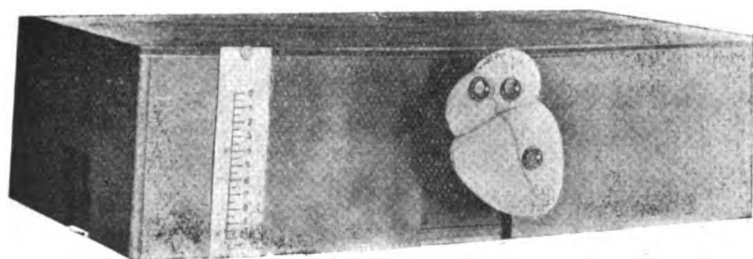


Fig. 7. — Vue extérieure du modèle.

l'oreillette ou au ventricule une petite impulsion électrique produisant de cette manière des extra-systoles du sinus de l'oreillette et du ventricule.

Voici une description plus détaillée du modèle :

Chaque système de relaxation est constitué, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, par une résistance variable en série avec un tube à néon, ce tube étant shunté par un condensateur fixe. Une décharge du condensateur à travers le tube à néon représente une contraction de l'une des parties dont le cœur est composé. La fréquence de chaque système est réglée au moyen de la résistance variable.

Le couplage entre deux systèmes de relaxation adjacents est obtenu au moyen d'une triode, de la manière suivante.

Prenons comme exemple le couplage sino-auriculaire. Dans le circuit de décharge du condensateur du sinus est intercalée une résistance se trouvant dans notre schéma au-dessus du tube à néon. L'une de ses extrémités est connectée, au moyen d'un condensateur et d'une résistance de grille, à la grille de la triode. Le courant-plaque de cette triode doit passer par une résistance figurant au-dessus du tube à néon de l'oreillette. Au moment où le tube du sinus s'illumine, un courant passe dans sa résistance. Le potentiel à son extrémité inférieure devient plus négatif, ce qui entraîne une diminution du potentiel de la grille reliée à cette extrémité et donc une diminution du courant-plaque de la triode. La différence de potentiel aux bornes de sa résistance anodique diminue donc aussi, ce qui signifie que la différence de potentiel aux bornes du tube à néon de l'oreillette augmente. Si à ce moment, la différence de potentiel aux bornes de ce tube n'est pas trop éloignée de son potentiel de décharge, le tube s'illumine. Nous voyons donc les deux tubes s'illuminer en même temps. Si la différence de potentiel n'est pas assez élevée, le condensateur de l'oreillette n'étant pas encore assez chargé (ce qui peut se produire si la fréquence propre de l'oreillette est trop basse), le potentiel de décharge ne peut être atteint. Il ne se produit rien, l'excitation arrivant pendant la *période réfractaire*. Dans notre cas, nous aurions donc un blocage sino-auriculaire.

Le système à retardement est composé dans ce modèle par un système de relaxation semblable, avec cette seule différence que le courant est trop fort pour que des oscillations puissent se produire. Un courant continu passe dans le tube à néon, le système est surchargé et on ne peut donc attendre aucun phénomène périodique. Si cependant on diminue suffisamment d'une manière quelconque la différence de potentiel aux bornes du tube, la décharge lumineuse s'interrompt, mais le condensateur se recharge et quand le potentiel de décharge est de nouveau atteint, le tube s'illumine et comme auparavant une décharge continue se produit. Le temps qui s'écoule entre l'extinction et la nouvelle décharge est le retard que nous imposons à notre transmission et qui est égal au temps de relaxation RC , au temps de recharge du système. Une excitation extérieure ne produit donc qu'un seul battement. Cette excitation

provient de l'oreillette et de nouveau par l'intermédiaire d'une triode. Le système à retardement est couplé lui-même au ventricule de la manière décrite ci-dessus. La résistance H est variable et il est donc possible d'augmenter et de diminuer l'excitation du ventricule, tout comme si l'on pinçait le faisceau de His.

Dans le schéma des connections nous voyons dans chaque système de relaxation encore une autre résistance, par exemple dans le système du sinus, la résistance reliant le condensateur à la borne de la source de haute tension. En appuyant sur le bouton E_s , nous déchargeons un condensateur à travers cette résistance, donnant ainsi naissance à un stimulus sur le système de relaxation, quelque chose d'analogue à la fonction de la résistance anodique dans le couplage décrit plus haut. Au moyen de ces clés (l'oreillette et le ventricule ont des résistances et clés semblables (E_A et E_V)) nous pouvons créer les différents types d'extrasystoles.

Le modèle entier ne comprend que des résistances et des capacités. Les nombres dans le schéma indiquent les valeurs de ces résistances et capacités, les résistances sont données en kilohms, les capacités en microfarads. Les résistances sont du type employé dans les appareils de T.S.F. Les triodes employées sont des tubes Philips : de gauche à droite A425, A425 et 415. La tension employée est d'environ 180 volts. Les tubes à néon sont des lampes témoins Philips. Avec le modèle décrit, toutes les expériences qui vont suivre peuvent être exécutées.

Les électrocardiogrammes de notre modèle ont été pris de la manière suivante.

Dans les systèmes de relaxation représentant l'oreillette et le ventricule, on a intercalé des résistances aux places marquées P et Q (fig. 8).

Les différences de potentiel aux bornes de ces résistances ont été amplifiées et le courant d'anode de la dernière lampe de l'amplificateur passait dans un oscillographe. Pour obtenir un électrocardiogramme qui ait quelque ressemblance avec le cardiogramme d'un cœur normal de mammifère, nous avons modifié la forme des pointes de tension aux bornes de P et Q au moyen d'un circuit, représenté par la figure 8.

La pointe aux bornes de P a été aplatie au moyen d'un filtre constitué par des résistances et capacités convenablement groupées, comme le montre la figure 8.

La pointe aux bornes de Q a été rendue un peu plus aiguë.

Ce résultat a été atteint au moyen d'une triode avec une tension négative élevée de sorte que le courant plaque normal soit nul

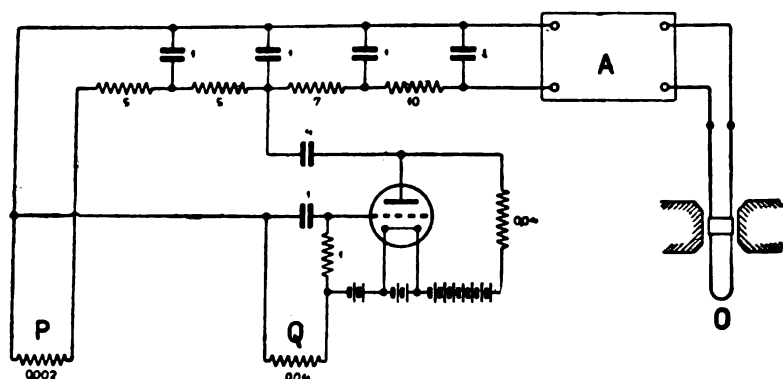


Fig. 8. — Circuit filtre employé pour obtenir les électrocardiogrammes du modèle.

et qu'il ne prenne naissance que lorsque le potentiel appliqué à la grille atteint une certaine valeur.

Donc pendant une partie de la pointe de tension aux bornes de Q seulement, nous avons un courant dans le circuit-plaque de la triode. En réglant la valeur de la résistance anodique, la pointe peut être aussi élevée que nous le désirons. La résistance était si faible que la triode ne fonctionnait pas comme amplificateur.

La pointe aiguë obtenue ainsi était légèrement aplatie au moyen d'une partie du même circuit employé pour la pointe en P. Nous avons obtenu après amplification un oscillogramme qui montre une certaine ressemblance avec le complexe QRS du cœur.

Il est clair que l'imitation de l'électrocardiogramme humain telle qu'elle a été décrite plus haut, n'est qu'une chose très secondaire et n'a aucune relation avec le but général de cette communication, c'est-à-dire l'explication des battements du cœur considérés comme oscillations de relaxation.

L'amplificateur A pouvait amplifier les fréquences très basses d'environ une période par seconde aussi bien que les fréquences plus hautes. L'oscillographe O était un oscillographe Duddell avec une fréquence naturelle de 2.000-3.000 par seconde.

6. Expériences et mesures faites sur le modèle électrique.

— a) *Blocage du cœur.* — La figure 9 reproduit une série d'observations de l'illumination des deux tubes au néon A et V. L'illumination du tube à néon S n'a pas été enregistrée séparément, attendu

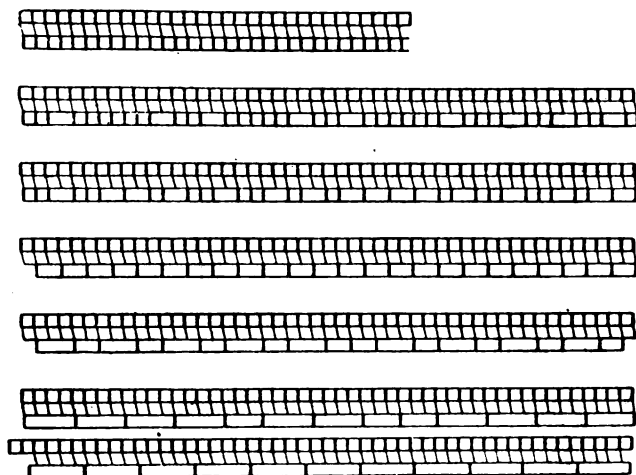


Fig. 9. — Représentation graphique des observations du battement du cœur artificiel en diminuant graduellement le couplage entre oreillette et ventricule. Le développement du blocage 2 : 1, 3 : 1 et 4 : 1 ainsi que du blocage complet est montré de façon très claire.

qu'elle a lieu en synchronisme exact avec celle du tube-oreillette A. Sur la ligne supérieure nous voyons le fonctionnement normal du cœur, chaque systole auriculaire étant suivie peu de temps après par une systole ventriculaire. Dans le second diagramme le couplage électrique a été légèrement réduit, ce qui peut être comparé à l'effet d'un léger pincement du faisceau de His. Quelques systoles ventriculaires manquent *irrégulièrement*. Comme la durée de transmission entre l'oreillette et le ventricule a été fixée une fois pour toutes par

le système à retardement R, le retard **graduellement** croissant de la systole ventriculaire au début du blocage que l'on observe dans le cœur humain, ne peut pas être reproduit par le modèle tel qu'il est présenté ici. Toutefois, nous sommes convaincus que si ce système à retardement était remplacé par un autre consistant en un filtre composé de condensateurs et de résistances et susceptible d'adoucir une onde à front raide, le retard graduel de la systole ventriculaire au début du blocage du cœur, serait également reproduit par notre modèle. Dans le troisième diagramme de la figure 9, le couplage électrique a été diminué encore davantage et de même dans le quatrième diagramme dans lequel nous observons un blocage du type 2 : 1. Ceci est un exemple caractéristique de la propriété de démultiplication de fréquence (ou synchronisation automatique d'une oscillation de relaxation sur le second harmonique inférieur — octave inférieur — d'une force extérieure périodique), que nous avons décrite dans le paragraphe 3. Dans le cinquième diagramme de la figure 9 où le couplage a été réduit encore davantage (le faisceau de His pincé de plus en plus fort), nous trouvons un blocage alternatif 3 : 1 et 4 : 1 et enfin le dernier diagramme dans



Fig. 10. — Exemple d'un électrocardiogramme du cœur artificiel. On peut voir facilement le sommet P et le complexe QRS. Le sommet T cependant ne s'y trouve pas, à cause de l'insuffisance des données actuelles relatives à son origine.

lequel le couplage électrique a été **entièrement** supprimé, représente un blocage complet. Ici le ventricule n'est plus du tout couplé à l'oreillette. En conséquence, l'oreillette est toujours commandée de la manière normale par le sinus (exemple de synchronisation automatique d'une oscillation de relaxation par une force électromotrice extérieure) mais l'oscillation de relaxation du ventricule est entièrement libre, nullement contrôlée par l'oreillette et par conséquent se produit avec sa propre période de relaxation.

. Une série d'électrocardiogrammes de ce cœur artificiel a été prise à l'aide d'un amplificateur à couplage par résistance et capa-

cité spécial pour très basses fréquences. Les bornes de sortie de cet amplificateur étaient reliées à un oscillographe de Cambridge et le film du battement de cœur normal ainsi obtenu est reproduit dans figure 10. Les petites bosses sont dues aux systoles auriculaires et les pointes aiguës aux systoles ventriculaires. Les accidents P, Q, R, S sont par suite tous présents dans notre système, mais l'accident T manque évidemment d'une façon complète ; ceci provient

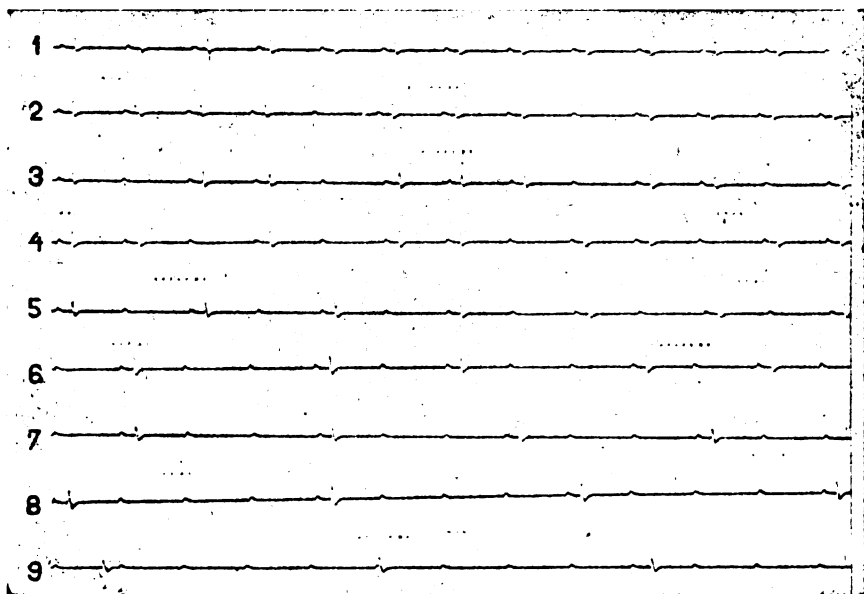


Fig. 11. — Electrocardiogrammes du cœur artificiel obtenus en diminuant graduellement le couplage entre les systèmes A et V (le pincement du faisceau de His). Le développement du blocage 2 : 1, 3 : 1 et 4 : 1 ainsi que du blocage complet est montré de façon très claire.

de l'ignorance où l'on est (du moins à notre connaissance) de la cause qui produit le T dans les électrocardiogrammes, ce qui nous a empêché de représenter dans notre modèle cette partie du mouvement du cœur.

Dans la figure 11 nous reproduisons 9 films provenant d'une expérience analogue à celle dont la figure 9 nous a donné la représentation schématique au moyen des éclats de lampes à néon. Ici

encore les particularités du blocage du cœur partiel ou total sont imitées par notre modèle et ces films présentent une ressemblance frappante avec les électrocardiogrammes relevés sur le cœur humain.

b) *Extra-systoles*. — Notre cœur battant à la manière normale, nous pouvons, à l'aide de la troisième clé E_v de la figure 6, donner une petite impulsion électrique sur le ventricule. Si l'on donne cette impulsion, immédiatement après une systole ventriculaire, on observe que rien ne se produit. C'est que le ventricule est encore dans sa période *réfractaire*, le condensateur du système V n'est pas encore chargé à un potentiel tel que la force électromotrice qui

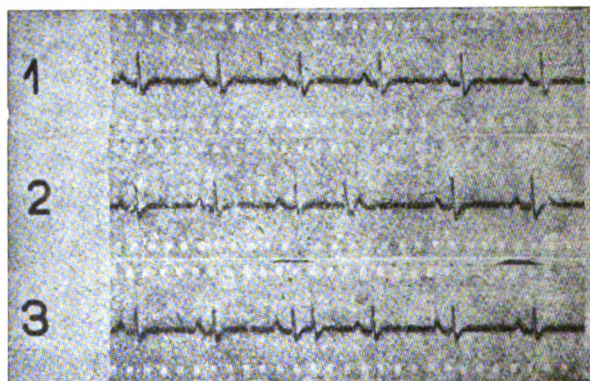


Fig. 12. — Extrasystoles ventriculaires.

1. Rythme normal ;
2. Extrasystole ventriculaire tardive ayant pour effet que le ventricule est encore réfractaire à l'arrivée de la première excitation suivante² provenant de l'oreillette ;
3. Extrasystole ventriculaire se produisant *peu de temps* après une systole ventriculaire normale ; ici la période réfractaire du ventricule est terminée quand le premier stimulus normal suivant arrive de l'oreillette et on obtient donc une systole ventriculaire interpolée.

lui est appliquée, puisse amener la différence de potentiel totale à atteindre le potentiel de décharge de la lampe à néon. Si nous répétons cette même expérience un peu après une systole ventriculaire, nous observons un éclat de la lampe V : c'est que le ventricule est maintenant sorti de sa période réfractaire. Lorsque cet éclat a eu lieu et que nous avons par conséquent produit une extra-systole

ventriculaire, le condensateur se décharge à travers le tube à néon de la manière normale jusqu'au potentiel pour lequel cesse la décharge à travers le gaz et nous retrouvons ainsi la fameuse loi *du tout ou rien* : une excitation, ou bien n'a aucun effet ou bien donne lieu à une systole complète. Si nous cherchons quelle est la grandeur de l'excitation nécessaire pour obtenir une extrasystole ventriculaire en fonction de la phase de l'excitation dans le cycle, nous trouvons que cette excitation décroît exponentiellement lorsque la phase augmente comme on pouvait s'y attendre, d'après ce fait que le condensateur se charge à travers la résistance suivant une loi exponentielle. La grandeur de l'excitation E nécessaire pour produire

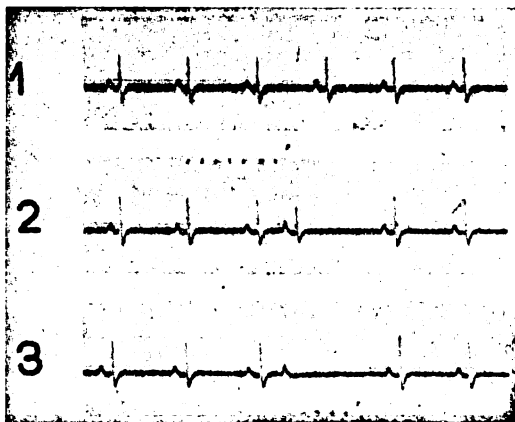


Fig. 13.

1. Rythme normal;
 2. Extrasystole auriculaire (avec systole correspondante du ventricule);
 3. Extrasystole auriculaire (le ventricule est encore dans sa période réfractaire).
- Remarquez l'amplitude augmentée de la systole ventriculaire normale qui suit.

une extra-systole en fonction du temps t compté à partir de l'époque de la dernière systole est par suite représentée par la formule

$$E = Ae^{-\frac{t}{CR}} - B$$

(où A et B sont des constantes et $A > B$), que l'on déduit immédiatement de la manière suivant laquelle un condensateur est chargé à travers une résistance. Sans aucun doute une loi analogue s'applique au cœur humain.

Considérons la figure 12, où le film n° 1 représente de nouveau un électrocardiogramme de notre cœur artificiel battant d'une manière normale. Le film n° 2 montre une extrasystole ventriculaire donnée peu de temps avant l'arrivée d'une impulsion provenant de l'oreillette. On voit que la systole auriculaire suivante trouve le ventricule encore dans sa période réfractaire, de sorte qu'il ne donne pas lieu à une systole ventriculaire normale. Au contraire, lorsque comme dans le film n° 3, l'extrasystole ventriculaire a lieu plus tôt dans le cycle, la systole auriculaire suivante

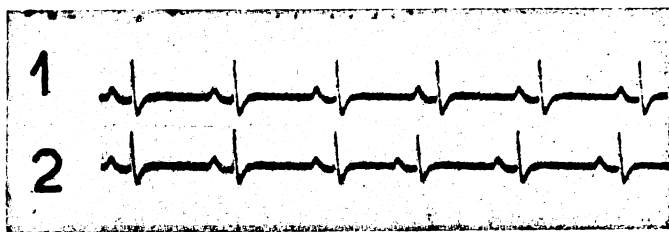


Fig. 14.

1. Rythme normal ;
2. Extrasystole du sinus troublant le rythme entier du cœur.

produit un effet et donne lieu à une systole ventriculaire normale, de sorte que nous nous trouvons dans le cas d'une systole ventriculaire interpolée.

De même dans la figure 13, le film 1 représente le cœur battant normalement. Dans le film 2, une extrasystole auriculaire est obtenue à l'aide de la seconde clé E_A de la figure 6. Ici encore l'extrasystole auriculaire est suivie après le temps normal par une systole ventriculaire, mais un intervalle de temps dit *période compensatrice* s'observe après cette extrasystole auriculaire, de telle sorte que la suivante se produit à l'époque normale rigoureusement déterminée par la fréquence du sinus. Le film 3 représente le même cas, avec cette différence que l'extrasystole auriculaire a été causée un peu plus tôt que dans le film 2, par suite cette extrasystole trouve le ventricule encore dans sa période réfractaire et dans ces circonstances *n'est pas suivie* par une extrasystole ventriculaire ; le potentiel du condensateur V n'est pas encore assez élevé pour

atteindre, même avec l'addition de la force électromotrice normale provenant du condensateur A, le potentiel de décharge du tube à néon V.

La figure 14, film n° 1, donne les battements normaux du cœur, film n° 2, montre les événements en cas d'une *extrasystole du sinus*.

Il est clair que le rythme original est perdu, comme dans le cœur humain.

Un cas caractéristique de *blocage sino auriculaire* est donné

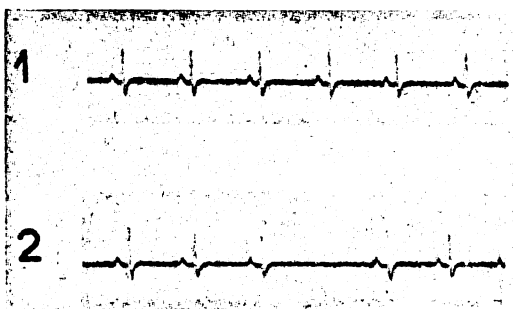


Fig. 15.

1. Rythme normal ;
2. Blocage sino-auriculaire.

par la figure 15 où le premier film représente de nouveau le cœur battant normalement et le second le blocage en question. Finalement nous reproduisons figure 15, un électrocardiogramme du cœur humain pris dans les trois dérivations normales (nos 1, 2, 3), avec le même amplificateur spécial qui avait été employé dans les expériences sur le cœur artificiel et le même oscillographe de Cambridge, qui est plus rapide et donc plus exact qu'un galvanomètre à corde. Au moyen de ce même amplificateur spécial, nous pouvions obtenir le contrôle d'un tube à néon par le cœur humain. Une ou deux fois, cela dépendait de la tension aux bornes, le tube éclairait à chaque battement du cœur.

7. Considérations et suggestions finales ou nouvelles possibilités. — L'analogie profonde existant entre le fonctionnement

de notre modèle et le battement du cœur de mammifère ne laisse aucun doute que le point de vue exposé dans les paragraphes précédents et d'après lequel le battement du cœur serait une oscillation de relaxation ne soit juste. Pour cette raison, et sans même entrer dans des considérations détaillées relatives aux phénomènes nerveux, physiques et chimiques du cœur, on peut dire sans danger, que ce qui, somme toute, détermine la période du cœur, est un temps de diffusion (une durée de relaxation). Comme nous l'avons dit plus haut, le modèle décrit ne représente qu'une approximation générale

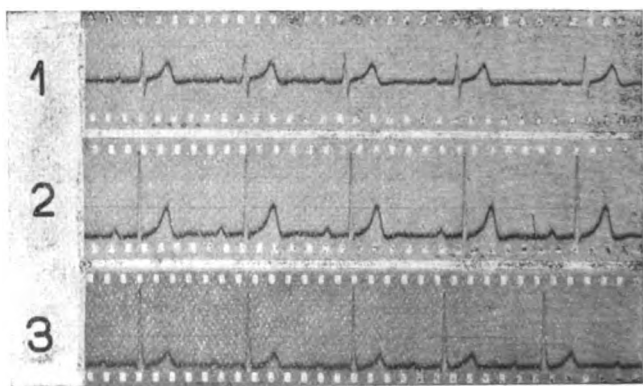


Fig. 16. — Electrocardiogramme d'un cœur humain pris dans les trois positions habituelles I, II et III à l'aide d'un amplificateur spécial pour fréquences très basses et un oscillographe de Cambridge.

du fonctionnement du cœur et il pourrait être développé en différents sens, considérant alors le cœur comme ayant plus de 3 degrés de liberté.

De plus, une réduction de la force électromotrice de la batterie connectée au modèle diminue le tonus, et bientôt un point est atteint pour lequel notre cœur électrique ne bat plus du tout. Dans ces conditions le système se comporte exactement, du moins en ce qui concerne l'action d'un stimulus extérieur sur ce dernier, comme un muscle ordinaire. En effet un *muscle strié* peut être représenté par ce qu'on pourrait appeler un *câble de relaxation* dont nous espérons pouvoir parler dans une autre communication.

Pour terminer nous donnons quelques autres désordres pos-

sibles établis principalement sous forme mathématique et tous vérifiés à l'aide de notre modèle. Il est possible que ces anomalies ont été ou seront trouvées de même dans le cœur humain.

Il s'ensuit des considérations exposées ci-dessus que deux faits différents peuvent être la cause d'un blocage partiel du cœur :

a) l'amplitude du stimulus transmis par le faisceau de His et abordant le ventricule est plus petit que normalement :

b) la période de relaxation propre du ventricule est allongée.

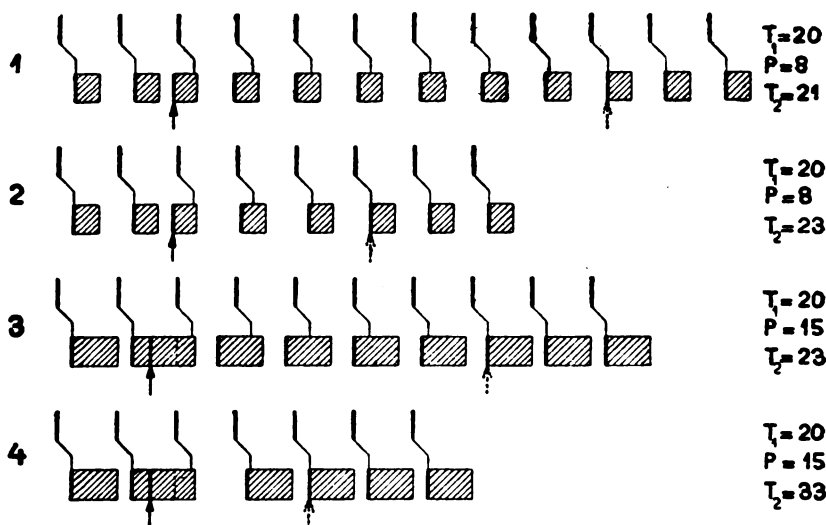


Fig. 17. — Périodes transitoires se développant après une extrasystole ventriculaire produite au moment indiqué par la première flèche. Ce n'est qu'au moment indiqué par la seconde flèche (en pointillé) que le battement périodique normal du cœur se reproduit.

Les événements représentés par cette figure ont été calculés et vérifiés expérimentalement à l'aide du modèle et se produisent à la condition que la période de relaxation propre du ventricule T_2 soit plus grande que celle de l'oreillette.

Ces deux causes peuvent produire exactement les mêmes anomalies dans le fonctionnement du cœur, on trouvera peut-être des moyens de les distinguer.

Mais de même, une accélération de la période propre du ventricule peut avoir pour résultats quelques anomalies ayant certaine ressemblance à une combinaison de blocage du cœur avec des

extrasystoles ven riculaires. Ces anomalies se produisent particulièrement quand la période de relaxation propre du ventricule est légèrement plus longue ou plus courte que la période du sinus, et quand la transmission par le faisceau de His est faible. Dans la figure 17 par exemple, des systoles auriculaires et ventriculaires sont représentées. Les parties hachurées, suivant les systoles ventriculaires, représentent la durée de la période réfractaire telle qu'elle

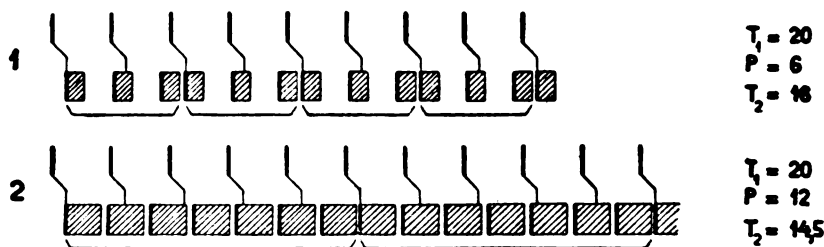


Fig. 18. — Quelques cas possibles (établis théoriquement et vérifiés expérimentalement à l'aide du modèle) si la période de relaxation propre du ventricule T_2 est légèrement plus courte que la période auriculaire T_1 . Les parties hachurées indiquent (ainsi que dans la fig. 17) la période réfractaire du ventricule : Le n° 1 particulièrement montre le cas où la période fondamentale du rythme n'est pas égale à la période de l'oreillette, mais est deux fois plus longue. Ici, trois systoles ventriculaires se produisent dans le temps de deux systoles auriculaires. La dernière systole ventriculaire dans chaque période fondamentale a quelque peu l'air de produire une contraction « rétrograde » de l'oreillette.

est déterminée entre autres par l'amplitude du stimulus transmis par le faisceau de His. Soit :

T_1 = la période du stimulus transmis par le faisceau de His,

T_2 = la période de relaxation propre du ventricule,

P = durée de la période réfractaire.

Fig. 17, nos 1, 2, 3 et 4 représentent différents effets d'extrasystoles. Les durées de T_1 , T_2 et P sont indiquées à côté des figures en unités arbitraires. Dans cette figure 17 $T_2 > T_1$ c'est-à-dire, le ventricule battrait, s'il était libre, plus lentement que l'oreillette. Dans ces circonstances une extrasystole ventriculaire peut perturber temporairement (en langage mathématique phénomènes transitoires) le rythme. L'extrasystole est indiquée chaque fois par

une flèche, tandis que les flèches pointillées indiquent le moment où le cœur recommence à fonctionner normalement.

Les anomalies des figures 17 et 18 ont été établies en se basant sur une transmission strictement unidirectionnelle par le faisceau de His et ces figures montrent clairement que certaines de ces anomalies ressemblent quelque peu aux *contractions rétrogrades*.

On voit dans la figure 17, n° 1, que pour les durées indiquées, le rythme normal ne s'est rétabli après l'extrasystole, qu'au bout de 7 systoles auriculaires.

Pour l'instant auquel se produit l'extrasystole de n° 2 et pour les durées correspondantes de T_1 , T_2 et P la période transitoire dure environ le temps de 3 contractions de l'oreillette. De même, dans les n°s 3 et 4, environ 5,5 et 2,5 périodes auriculaires sont respectivement nécessaires pour que le fonctionnement normal soit rétabli.

Finalement, dans la figure 18, deux anomalies possibles sont représentées. Ici $T_2 < T_1$, c'est-à-dire la période propre du ventricule est plus courte que la période de l'oreillette. De la sorte, il est possible que la période fondamentale du système complet consiste en un nombre entier de systoles auriculaires, c'est-à-dire le phénomène ne se répète exactement qu'après, par exemple, 4 ou 5 ou 6 contractions auriculaires. Cette période fondamentale est indiquée par les accolades sous chaque dessin. Nous trouvons donc la possibilité de blocage 2 : 3 ou 5 : 7. Nous ne pouvons pas dire si ces phénomènes se produisent dans le cœur humain.

Du fait que quand

$$T_2 < T_1,$$

une contraction ventriculaire imposée ne peut se produire que quand le stimulus du faisceau de His aborde le ventricule en dehors de sa période réfractaire, il s'ensuit que la période fondamentale T , où

$$T = nT_1,$$

est déterminée par les *inégalités diophantiques* suivantes :

$$P < (nT_1 - mT_2) < T_2,$$

où n et m sont tous deux des nombres entiers et n le nombre le plus petit possible pour satisfaire aux inégalités.

Résumé. — Les paragraphes 1 et 2 traitent des propriétés principales des oscillations sinusoïdales et de relaxation, tandis qu'au paragraphe 3 on expose plus particulièrement les propriétés caractéristiques des oscillations de relaxation :

1. Forme non sinusoïdale ;
2. Fréquence fixée par un temps de relaxation (constante de temps) ;
3. Grande facilité de synchronisation sous l'influence d'une force électromotrice périodique extérieure ;
4. La fréquence peut donc être sujette à des variations importantes, l'amplitude par contre est absolument constante.

Au paragraphe 4, on indique un système basé sur la conception que les battements du cœur sont des oscillations de relaxation, ce qui explique les propriétés du rythme cardiaque et ses anomalies (système à 3 degrés de liberté).

Le paragraphe 5 donne une description du modèle électrique qui montre, au moyen d'oscillations de relaxation produites par des tubes à néon, les propriétés rythmiques du cœur sain et anormal. L'activité de chaque partie du cœur correspond à l'illumination des tubes à néon.

Le paragraphe 6 décrit les expériences exécutées à l'aide de ce modèle et montre des électrocardiogrammes du rythme normal, d'un blocage partiel et complet du cœur et les différents types d'extrasystoles.

Au paragraphe 7 on conclut : la période du rythme cardiaque est fixée par un temps de relaxation (ici un temps de diffusion) et l'on expose en outre quelques nouvelles anomalies possibles pouvant être exécutées par le modèle et pouvant être établies théoriquement, mais qui, autant que nous sachions, ne sont pas encore découvertes sur le cœur ou reconnues comme telles.

LES PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES DANS LA NATURE

par le d^r W. KOPACZEWSKI. (1)

L'étude de l'état colloïdal de la matière a permis de constater un trait typique de cet état, la périodicité. La production de phénomènes périodiques en présence de colloïdes a été observée, semble-t-il, pour la première fois par G. Runge en 1855. Cet auteur, en mettant en contact des feuilles de papier-filtre, imbibées avec des solutions de sels métalliques variés, a constaté la formation de zones périodiques dans les précipités formés ; Runge a émis l'idée que le mécanisme de la production de ces formes périodiques doit être analogue à celui observé dans les êtres vivants. Cette idée a été reprise par Rainey en 1858. En 1879, Ord a constaté les formations de précipités périodiques d'oxalate de calcium en présence des colloïdes. En 1892 Lupton, puis, en 1896, Liesegang et en même temps Stéphane Leduc ont signalé la formation de précipités périodiques lorsque les réactifs sont incorporés à un hydrogel, la gélatine en occurrence (fig. 1). Leduc a vu, en outre, que la simple dessiccation d'un colloïde aboutit parfois à la formation de structures périodiques (fig. 2). Depuis cette époque, on s'est beaucoup occupé du problème de ces « anneaux périodiques » en grossissant le nombre de faits observés.

En 1902, Eisenberg et Volk ont constaté la périodicité dans l'agglutination des bacilles typhiques ; la même année Danysz a démontré la toxicité périodique au cours de mélanges de toxine avec antitoxine diphtérique. En 1903, Friedmann et Neisser ont vu la périodicité de la coagulation de colloïdes organiques par des agents

1. Article paru dans *La Nature* du 1^{er} septembre 1928. Voy. ci-dessus p. 1041, note 1. Nous engageons ceux de nos lecteurs que la question intéresserait à se reporter aux belles figures de l'article original, que nous n'avons pu toutes reproduire, faute de place.

coagulants divers ; et depuis cette époque un certain nombre de floculations et de coagulations périodiques a pu être constaté : par Billiter en 1905 sur l'hydrosol de sulfure d'arsenic ($\text{As}^3 \text{S}^3$), et celui d'oxyde de fer ($\text{Fe}^3 (\text{OH})^3$), par Salignat et Chamagne en 1906 sur les eaux de Vichy, par Vernes en 1917 dans la floculation par le sérum humain des suspensions fines ou d'hydrosol d'hydrate de fer. Nous avons signalé en 1926 l'action périodique des hydrosols

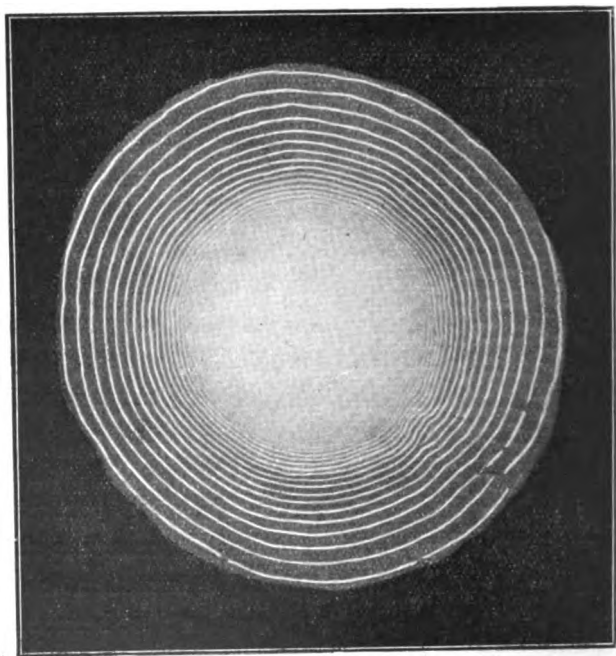


Fig. 1. — Anneaux de Liesegang-Leduc.

d'oléate de soude sur l'ascension électrocapillaire des matières colloïdales colorées ; en 1927 nous avons observé des floculations périodiques au sein d'une eau de source minérale conservée dans un vase clos.

Ces quelques exemples, choisis dans les domaines divers de la science expérimentale, démontrent que les phénomènes périodiques sont très répandus. Cette idée a été émise récemment par Hodges et Myers dans une monographie anglaise dans laquelle toutefois

les auteurs semblent ignorer totalement les travaux français ; le côté biologique du problème leur échappe en grande partie ⁽¹⁾.

Les recherches bibliographiques auxquelles nous nous sommes livré nous donnent l'impression nette de la généralité des réactions périodiques dans la nature. Nous essayerons de faire partager cette idée par nos lecteurs, en leur donnant des exemples tirés des sciences expérimentales, de la biologie, de la thérapeutique et de la médecine.

Exemples variés de phénomènes périodiques. — Les physiciens ont observé des variations périodiques de propriétés des corps sous l'influence de facteurs divers.

Young et van Sicklen ont remarqué que la dureté des aciers varie périodiquement selon le nombre de trempes reçues récemment. Portevin et le Chatelier ont vérifié cette observation sur des alliages d'aluminium.

Tingl et Rolker ont signalé que les points de fusion des mélanges d'ortho et de para-nitroaniline varient périodiquement, selon la composition de ces mélanges. Un grand nombre d'auteurs ont observé la cristallisation périodique de diverses substances organiques et inorganiques ; Hodges et Myers ont obtenu la cristallisation en ondes de l'acide benzoïque dans le mélange d'acide sulfurique et d'alcool. Davies a remarqué que la pénétration de certaines matières colorantes dans des bandelettes de papier-filtre s'effectue d'une façon périodique en donnant lieu à la formation de zones périodiques du colorant ; nous avons constaté en 1926 le même phénomène avec presque toutes les matières colorantes colloïdales amphotères, en déposant les gouttes sur des feuilles de papier-filtre, et tout récemment nous avons publié des documents sur cette ascension électro-capillaire périodique ⁽²⁾. West a observé la formation périodique de l'eau lorsqu'un mélange d'oxygène et d'hydrogène est amené à se combiner à l'orifice ouvert d'un tube.

Toute une série de phénomènes électriques accuse une pério-

1. HODGES et MYERS, *Physico-chemical periodicity*. London, 1927

2. KOPACZEWSKI, *Protoplasma*, 1928, vol. 3.

dicité frappante. Richardson a constaté que l'émission des ions positifs par une spirale de platine, portée à l'incandescence dans une atmosphère d'oxygène, s'effectue d'une façon périodique. Les décharges électriques périodiques ont été vues par de nombreux auteurs au cours du fonctionnement de divers interrupteurs, comme

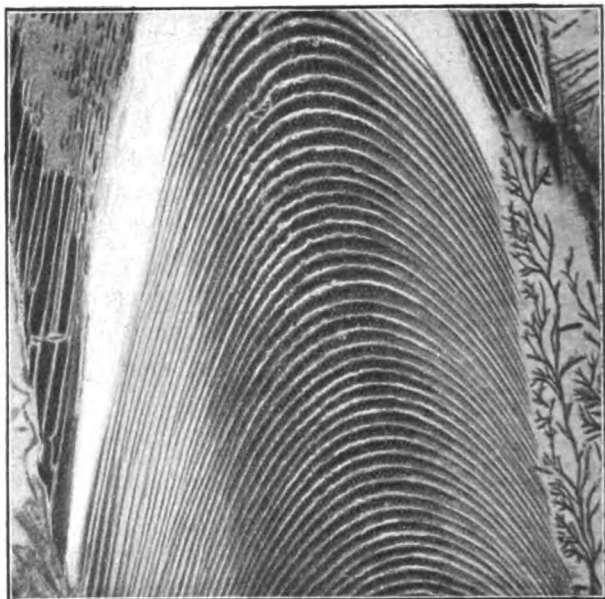


Fig. 2. — Structure striée obtenue par dessiccation.

celui de Wehnelt ou de Cooper-Hewitt (Cady, Baer, Laue et Meyer et autres).

Une périodicité nette dans l'électrolyse a été signalée il y a longtemps par Schönbein, Joule et d'autres ; Joule a tout particulièrement étudié l'électrolyse de l'acide sulfurique par le courant amené aux électrodes de fer.

Une étude attentive des chaînes de concentration a permis également de constater l'existence de variations périodiques de la force électromotrice engendrée ; sans parler des expériences anciennes de Fechner et de Schönbein sur cette question, signalons les résultats récents de Kistiakowsky et de Heyerowsky, particu-

lièrement démonstratifs. Le premier a étudié la chaîne suivante : $\text{Fe}/\text{K}^2\text{Cr}^2\text{O}^7$; N/I ; $\text{H}^2\text{SO}^4/\text{Fe}$; le second — $\text{Hg}/\text{Hg}^2\text{Cl}^2$ — N/I ; HCl/Al ; les variations périodiques étaient notables, elles oscillaient entre $0^{\text{v}},77$ et $1^{\text{v}},67$. Ces variations méritent une étude toute particulière, étant donné l'importance que la mesure de la force électromotrice des chaînes de concentration a acquis récemment dans la science expérimentale.

Pour terminer l'énumération de variations périodiques observées au cours des divers phénomènes électriques il n'est pas sans

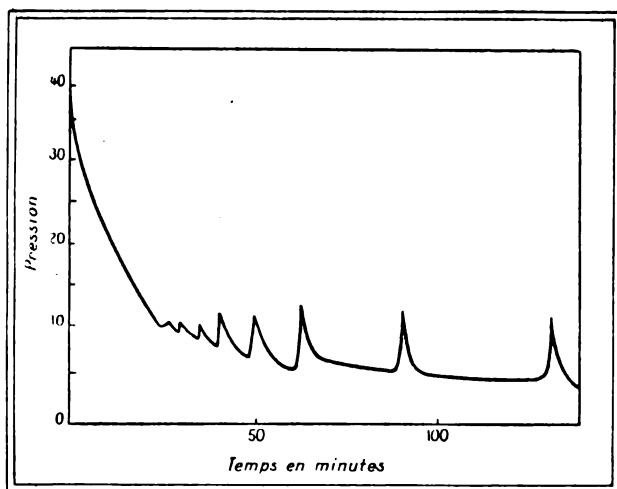


Fig. 3. — Périodicité de la dissolution de l'aluminium dans l'acide chlorhydrique normal à 35°.

intérêt de rappeler l'existence de cette périodicité dans les émissions des postes de télégraphie sans fil, connues sous le nom d'harmoniques.

En chimie, les actions périodiques sont aussi nombreuses et importantes. Il nous vient immédiatement à l'esprit le système périodique des éléments chimiques de Mendeleïeff établi sur l'existence de propriétés périodiquement retrouvables selon le poids atomique d'élément. Bien avant, Herschel a observé un phénomène périodique au cours de la dissolution du phosphore dans l'acide azotique.

Le fait, constaté par Ostwald, de la périodicité du dégagement d'hydrogène qui accompagne la dissolution de chrome dans les acides, a attiré l'attention de nombreux chimistes et a été par la suite étudié avec beaucoup de détails par Banerji et Dhar, par Desch, et enfin par Hodges et Myers sur de nombreux exemples. Il résulte de ces travaux plusieurs faits de la plus haute importance sur lesquels nous reviendrons en essayant de dégager le mécanisme éventuel des actions périodiques, en général. Signalons déjà que le degré de pureté du métal à dissoudre, la présence des colloïdes à l'état de dispersion bien déterminée, en quantité minime et fraîchement préparés, sont des facteurs de tout premier ordre pour réussir la reproduction de ce phénomène périodique (fig. 3).

En 1854, Joubert a observé que la luminescence du phosphore dépend de la pression d'oxygène et que, selon la pression, cette luminosité revêt un caractère périodique ; ce phénomène a été vérifié, confirmé et étudié avec détails par les expérimentateurs modernes : Rayleigh, Centnerszwer, Bloch, Emeleus et autres.

Enfin, les réactions de précipitation peuvent, parfois, accuser un caractère périodique, ainsi que cela a été signalé par Holker dans la précipitation d'oxalate de potassium par CaCl^2 .

Les réactions colloïdales périodiques. — La périodicité d'une réaction de double décomposition (chromate de potasse et carbonate de plomb) a été décrite par Goldblum.

Mais les phénomènes périodiques sont surtout faciles à provoquer dans les réactions colloïdales.

Elissafoff a observé des variations périodiques de la charge de l'eau dans les tubes capillaires en quartz par l'addition de doses croissantes de nitrate de thallium $\text{Th}(\text{NO}^3)^4$. Voici cet exemple :

Concentration	Charge (vitesse de déplacement).
0	—50
0,36	—27
1,0	—2
1,9	0
3,8	+12

Au cours de la stabilisation des divers colloïdes par les savons, Spring a fait une constatation intéressante : cette stabilisation est

périodique, selon la dose ajoutée ; le même fait a été retrouvé par Boutaric dans la protection des hydrosols par des quantités minimales de sels inorganiques, dont les doses fortes flocculent. On peut peut-être rapprocher l'observation de Spring de celle de Jöhlén : l'abaissement périodique, en fonction du temps, de la tension superficielle des mélanges d'albumine à 1 0/00 avec la soude à M/700.

En étudiant les interractions colloïdales, on a pu constater que le phénomène de labilisation et de stabilisation des colloïdes est un phénomène essentiellement périodique. Cette périodicité a été retrouvée sur des modèles inorganiques et organiques, naturels et de synthèse, dans les actions entre les colloïdes ou les divers facteurs réglant leur stabilité — radiations, ions libres, température, pression, agitation, etc.

Voici quelques exemples :

A) Flocculation de As_2S_3 par $\text{Fe}^{2+}(\text{OH})_3$ (Billiter) :

Doses de $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{Fe}^{2+}(\text{OH})_3$.	Flocculation.
20.3 + 0.61	traces
16.6 + 6.08	totale
4.14 + 24.3	traces
2.07 + 27.4	0

B) Flocculation de congorubine par ferrocyanure de sodium à M/100 (Kopaczewski) :

Doses de ferrocyanure pour 2 ^{cmc} de congorubine à 1 0/000	
0,05	0
0,25	Virage au bleu violacé
0,50	—
2,5	Rouge violacé
25,0	Virage au bleu

C) Flocculation de rouge-trypan par le ThCl_4 (Kopaczewski) :

Doses de ThCl_4 pour 0 ^{cmc} ,25 de rouge-trypan dialysé à 1 0/0	
2,0	0
2,5	traces
5,0	totale
20,0	traces
30,0	0

Des faits analogues ont été observés, ainsi que nous l'avons déjà signalé au début de cette étude, sur des colloïdes organiques, les sérums en particulier. Vernes a obtenu sur cette question des résultats nets qui ont été par la suite retrouvés par Holker. Etant donné l'existence de ces labilisations périodiques, il faut en tenir compte dans les réactions biologiques basées sur ces modèles et notamment dans les réactions de floculation introduites dans le diagnostic de certains états pathologiques (syphilis, cancer, tuberculose, etc.). Nous avons constaté des floculations périodiques au sein d'une eau minérale particulièrement labile de Vidago (Portugal). Certains colloïdes accusent en vieillissant des variations périodiques de leurs propriétés physiques : tel l'hydrosol d'oléate de soude ; ces variations se reflètent dans leurs actions électro-capillaires.

La périodicité s'observe également avec des hydrogels colloïdaux.

Leduc a observé l'apparition de zones périodiques au cours de la dessiccation de la gélatine (fig. 2) ; Pijper a démontré que la réaction réelle du liquide synérétique varie périodiquement ; les réactions de précipitation des sels ou de floculation des hydrosols revêtent une allure remarquablement périodique dans les hydrogels ; ainsi que nous l'avons signalé (fig. 1), cette remarquable périodicité a servi de point de départ pour les études ultérieures.

Enfin la catalyse par les hydrosols colloïdaux métalliques accuse elle aussi un caractère de périodicité. Déjà Bredig a décrit la catalyse « pulsatile » dans la décomposition de l'eau oxygénée par le permanganate de potasse en présence du mercure comme catalyseur ; Weinmeyer et Milke ont établi que ces variations catalytiques s'accompagnent de changements périodiques de la force électromotrice dans la chaîne constituée : pendant l'activité catalytique du métal cette force est de 0,254 et pendant la période de repos 0,322 volt. L'étude de ces phénomènes catalytiques périodiques a été reprise par Antropoff, puis par Hodges et Myers sur la catalyse par les hydrosols de platine et d'argent. D'autres exemples de la catalyse périodique sont connus : le cuivre en poudre accuse des variations de ses propriétés catalytiques selon la tempé-

rature à laquelle la réduction a été opérée ; d'après Groll l'hydrolyse d'urée est périodique en fonction de l'âge de l'uréase ; il en est de même pour la lipase d'après Sluiter, pour la fermentation lactique (Richet) et pour d'autres fermentations (Köhler) ; pour l'amylase d'après de Bruyne et pour le platine électrodispersé selon Rocasolano.

Went a signalé que l'*Aspergillus niger* sécrète la diastase d'une façon périodique sans arriver, toutefois, à savoir à quoi cette périodicité soit due.

Il suffit de rappeler l'importance des processus catalytiques dans la vie pour pouvoir affirmer que la périodicité doit également jouer un rôle de premier plan dans de nombreuses manifestations vitales.

Les phénomènes périodiques dans les manifestations vitales. — En effet, un bon nombre de phénomènes vitaux accu-



Fig. 4. — Feuilles de succulentia.

sent cette périodicité. Les formes et la structure des êtres animés sont parfois remarquablement périodiques : il suffit de rappeler le revêtement des ailes des papillons, les couleurs des poissons ; le pelage des animaux (zèbres) ; les couleurs des plumes (faisans) ; la structure des vers, des serpents, de certains organes (muscles), de

certains minéraux (agate), des tentacules de sépia, de troncs d'arbres, de cultures microbiennes, etc..., pour voir toute l'analogie que ces cas présentent avec la formation des structures semblables par le simple jeu des facteurs physico-chimiques (Liesegang, Gebhart, Rhumbler, Küster, Goldschmidt et autres) (fig. 4 et 5).

Mais, en dehors des analogies des formes nous retrouverons l'analogie de fonction. Ainsi la croissance de certaines plantes s'effectue périodiquement selon la longueur d'onde lumineuse,

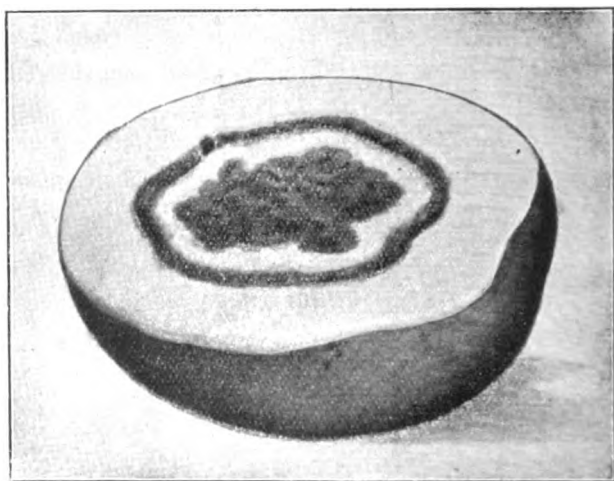


Fig. 5. — Culture sur pomme de terre de *bacillus prodigiosus*.

ainsi que cela a été avancé par Plotnikoff. Le « phototropisme » du plancton dépend de la concentration en ions hydrogène et revêt une allure périodique d'après Rose. Fage et Legendre ont démontré par des pêches nocturnes l'influence périodique de la lune sur la fécondation de nombreux vers de nos côtes, particulièrement des Néréidiens.

Il nous est impossible d'insister sur la périodicité de la perméabilité de la membrane cellulaire qui a été envisagée par Herlant et semble vraiment exister.

Nous avons constaté des variations périodiques de propriétés physico-chimiques des microbes.

Ne faut-il pas non plus rapprocher l'acuité de nos fonctions intellectuelles des variations périodiques de la richesse en phosphore et en azote du cerveau, ce qui a été signalé par Ehrenberg ?

En tout cas, la vox populi considère la vieillesse comme une seconde enfance...

Enfin, en médecine, deux faits périodiques sont à signaler : la structure périodique des calculs biliaires et rénaux (fig. 6) et l'action périodique de certains médicaments.

Cette dernière action mérite une étude particulière : en effet la morphine, par exemple, à des doses plus que mortelles, semble provoquer une analgésie totale sans aucune suite funeste. On con-

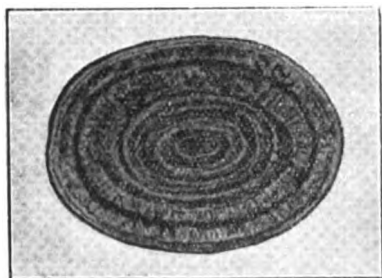


Fig. 6. — Périodicité dans un calcul biliaire.

naît l'action constipante du sulfate de soude à faibles doses ; la phase excitante de la quinine, etc. En est-il de même pour d'autres substances médicamenteuses ? L'action des médicaments est-elle périodique, comme toute réaction de labilisation colloïdale ? Ce point mérite d'attirer l'attention des chercheurs. Peut-être, grâce à l'existence d'une telle périodicité, pourrions-nous expliquer certaines actions des doses homéopathiques ?

Ayant ainsi énuméré un certain nombre d'exemples, tirés de toutes les sciences, il nous faut aborder l'étude du mécanisme des actions périodiques. Ce mécanisme est-il toujours identique ? quels sont les facteurs qui le déterminent ?

Il nous est impossible de répondre à cette question, nous ne pouvons donner que des idées, des hypothèses, parfois vérifiables, parfois contradictoires.

Essayons de dégager quelques conclusions, d'après les travaux de W. Ostwald, Hatschek, Bradford, Wo. Ostrald, Jablczynski, Fricke et autres auteurs.

Ostwald a donné la première tentative d'explication des phénomènes périodiques : d'après lui la cause de cette périodicité réside uniquement dans la valeur oscillatoire de la vitesse de formation des germes cristallins. On sait, en effet, que cette vitesse est pour ainsi dire insignifiante au-dessous d'une certaine concentration et qu'elle croît très rapidement au voisinage de la zone de sursaturation ; ce phénomène est facile à observer en ensemençant des solutions sursaturées avec un cristal tout formé. Contre cette conception unilatérale de Ostwald plusieurs faits expérimentaux protestent : tout d'abord le rôle de la nature du gel colloïdal au sein duquel s'observent les formations périodiques. Hatschek a pu observer que le KI et $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ donnent des anneaux périodiques dans la gélose, mais point dans le gel de silice.

De plus, si dans la gélose ayant déjà donné des productions périodiques on introduit encore une fois le réactif floculant, les anneaux périodiques se forment parfois non sur les anneaux, ce que l'on devrait voir si des germes cristallins étaient uniquement responsables de leur formation, mais on aboutit à la production des zones nouvelles placées entre les zones déjà existantes.

Après avoir constaté que dans les zones intermédiaires, entre les anneaux, on retrouve un des produits de la réaction à l'état de dispersion micellaire, Hatschek suppose que le phénomène de grossissement micellaire, ayant également une allure analogue à celle de la formation des germes cristallins, doit intervenir dans la formation des anneaux périodiques.

Par la suite Bradford a invoqué le rôle des phénomènes d'adsorption : d'après lui, il se forme au premier contact de deux réactifs un composé d'adsorption ; alors la concentration de l'un des deux réactifs est trop faible pour déterminer la floculation qui ne peut se faire qu'à une certaine distance. Bechhold a souligné le rôle de la dispersion de floculés dans le milieu.

Il est très probable que dans la production des formations

périodiques les facteurs invoqués par les auteurs cités interviennent à la fois, ou certains d'entre eux à titre prépondérant.

Chose remarquable, quelques auteurs, Lotka en particulier, sont arrivés grâce à un raisonnement purement mathématique, à démontrer que dans certains cas les réactions catalytiques doivent avoir une allure périodique.

Cette revue rapide des phénomènes périodiques physico-chimiques nous semble devoir attirer l'attention des expérimentateurs sur l'extrême complexité des études concernant l'état colloïdal de la matière, et sur la nécessité de déterminer méticuleusement toutes les conditions d'expérimentation.

N'est-il donc pas possible que tout phénomène puisse dans certaines conditions, avoir une allure périodique ?

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Application, par les Carthaginois, du synchronisme à la télégraphie optique (*Deutsche Verkehrs-Zeitung*, 4 août 1928). — On trouve dans les œuvres de l'écrivain grec Polyen (*Strategemata*, 6, 16, 2) un intéressant récit qui montre comment, dans l'antiquité, on utilisait déjà des signaux optiques en vue d'établir à distance des communications, n'ayant pas seulement pour but d'annoncer la nouvelle d'un événement déterminé (en général, une victoire), mais encore de transmettre des messages dont l'objet pouvait être plus ou moins varié :

« Lorsque les Carthaginois eurent envahi et ravagé la Sicile, rapporte Polyen, et afin de pouvoir se faire expédier rapidement de l'Afrique les vivres et tout le matériel de guerre dont ils avaient besoin, ils confectionnèrent deux clepsydras de mêmes dimensions et tracèrent, sur le pourtour de chacune d'elles, des cercles également espacés. Des inscriptions différentes ayant été portées dans chacun des cercles entourant l'une des clepsydras, on reproduisit ces mêmes inscriptions dans les cercles correspondants du deuxième appareil. Dans l'un des cercles, on avait inscrit : « On a besoin de navires » ; dans un second : « On a besoin de galères » ; dans un troisième : « On a besoin de gros bateaux de transport » ; dans les autres cercles, on lisait des mentions telles que : « On a besoin d'argent, de machines de guerre, de vivres, d'éléphants, d'armes, d'infanterie, de cavalerie ». A chacun des cercles correspondait ainsi une inscription particulière : « On conserva l'une de ces clepsydras en Sicile et l'on expédia l'autre à Carthage, accompagnée d'une instruction où il était dit qu'aussitôt qu'on verrait à l'horizon s'élever la lueur d'un torché, on devrait immédiatement faire jouer l'échappement de l'eau de la clepsydre et que, dès qu'on apercevrait un deuxième signal lumineux, on devrait examiner auprès de quel cercle l'eau serait parvenue au même instant. La lecture de la mention portée dans ce

cercle indiquait ce dont l'armée avait un besoin urgent et qu'il fallait lui expédier promptement. Grâce à ce procédé, les Carthaginois opérant en Sicile purent être très rapidement approvisionnés de tout ce qui était nécessaire aux besoins de la guerre ».

Il est permis de douter de la véracité de cette histoire, car, à l'époque à laquelle écrivait Polyen (165 après J.-C.), il s'était déjà écoulé 367 années depuis que les Carthaginois avaient pu se permettre de dévaster la Sicile. Le récit de Polyen peut cependant servir de témoignage relativement à la manière dont on envisageait, dans l'antiquité, l'art d'utiliser le seul moyen dont on disposait alors, c'est-à-dire les signaux optiques, pour transmettre à d'assez grandes distances des messages aussi explicites que possible en dépit de leur brièveté. Il est particulièrement intéressant de remarquer que le procédé imaginé par les Carthaginois serait le premier cas connu d'une application du synchronisme à la transmission de la pensée, quand on songe que c'est sur le synchronisme que repose le principe des appareils télégraphiques rapides actuels.

Une machine qui plie 3.400 télégrammes à l'heure (H. le Celte, *La Science et la Vie*, septembre 1928). — Pour saisir la difficulté que présentait le problème du pliage mécanique des télégrammes, il faut expliquer comment s'effectuait jusqu'ici l'opération manuelle. Le facteur pliait d'abord la feuille en deux dans le sens de la largeur, de manière à ramener le bord inférieur à la hauteur du bord supérieur. Puis, se basant sur la largeur de la « patte », porteuse de l'adresse du destinataire, il rabattait les deux côtés vers le centre. Enfin, après avoir légèrement humidifié la partie gommée, il collait cette patte sur le tout. C'était fait d'ailleurs avec une rapidité étonnante, souvent très mal, il est vrai ; mais le public, habitué à ces petits bleus depuis une cinquantaine d'années, s'était désintéressé de leur mauvaise tenue et ne pensait pas qu'un progrès pût être réalisé dans cette partie du service télégraphique.

Quand nous aurons dit que le pliage manuel des télégrammes nécessitait l'intervention d'une dizaine de jeunes facteurs et que la machine inventée par M. Elleouet, homme de service au poste central télégraphique de Paris, avec deux unités seulement, plie

2.100 télégrammes à l'heure, on comprendra que l'inventeur et l'invention aient été favorablement accueillis.

La machine est d'ailleurs très simple. Elle comporte un bâti métallique de 85 centimètres de longueur sur 40 de large et 42 de hauteur, reposant sur une table, sous laquelle est installé un petit moteur électrique. Aux extrémités de ce bâti, tournent des roues dentées,

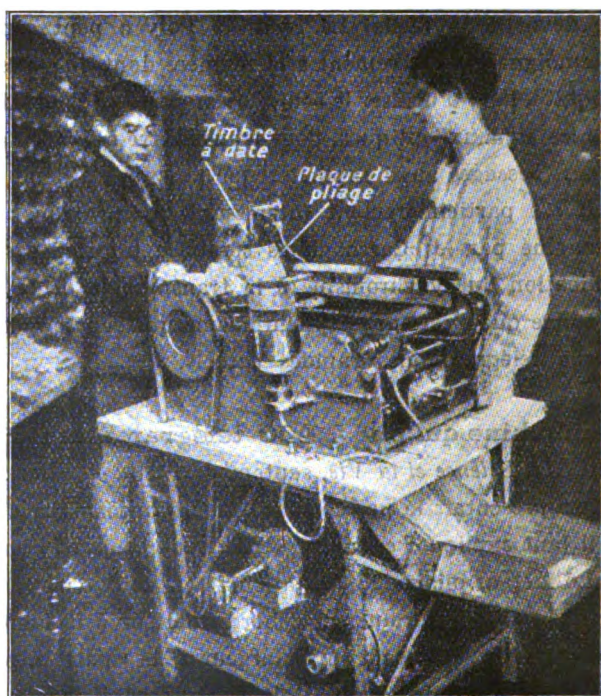


Fig. 1. — Ensemble de la machine.

entraînant deux chaînes sans fin parallèles, qui commandent tous les organes de l'appareil. Sur le prolongement extérieur de l'un des axes de ces roues est fixée une grande poulie d'entraînement, reliée directement au moteur.

Lorsque cette poulie est mise en mouvement, la plaque verticale que l'on aperçoit entre les deux chaînes parallèles avance et, en se rabattant, saisit le télégramme, placé ouvert sur le plateau en demi-

lune de l'extrémité ; la feuille se trouve pliée en deux dans le sens de la longueur.

Le télégramme passe ensuite entre les deux rampes, à droite et à gauche de la glissière centrale, qui relèvent et replient les côtés, à la longueur réglementaire. Un petit système, pittoresquement dénommé *aéroplane* parce qu'il a vaguement la forme d'un avion, pince alors la feuille et la pousse vers les organes suivants.

En sortant de la glissière centrale, le télégramme est saisi par

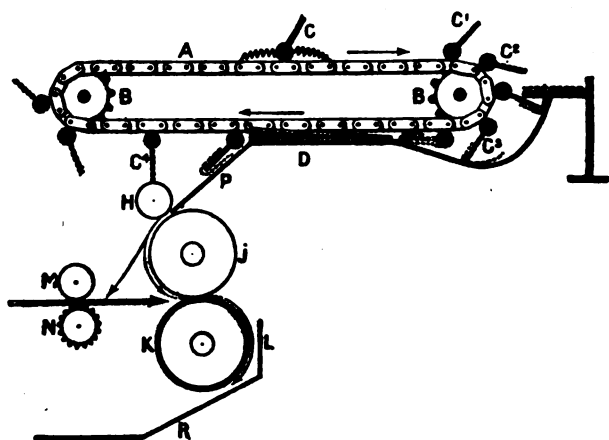


Fig. 2. — Schéma de la machine.

- A, chaîne sans fin commandée par les roues dentées B ;
 C, C', C'', C''' positions successives de la plaque de pilage ;
 D, glissière centrale ;
 P, glissière amenant le télégramme sur le rouleau mouilleur H ;
 M, N, J, K, système de fermeture du télégramme, qui est évacué par les plans L et R

un autre organe, qui le maintient plié tout en l'engageant dans une seconde glissière, mobile celle-là, qui bascule bientôt de façon à permettre à un rouleau humide, alimenté par un tuyau flexible partant d'un réservoir à eau, de mouiller le bord gommé de la « patte » où est inscrite l'adresse du destinataire.

Un système très bien compris de rouleaux et de galets, commandé par un petit pignon denté, dépose ensuite la feuille fermée sur le plateau d'arrière, d'où elle est acheminée, par le personnel, sur le secteur chargé de la remettre à domicile.

Cette ingénieuse machine est complétée par quelques accessoires

intéressants. Ainsi, le timbre horaire et le timbre à date du poste central sont appliqués sur le télégramme.

On ne peut donc que féliciter ce modeste agent de l'administra-

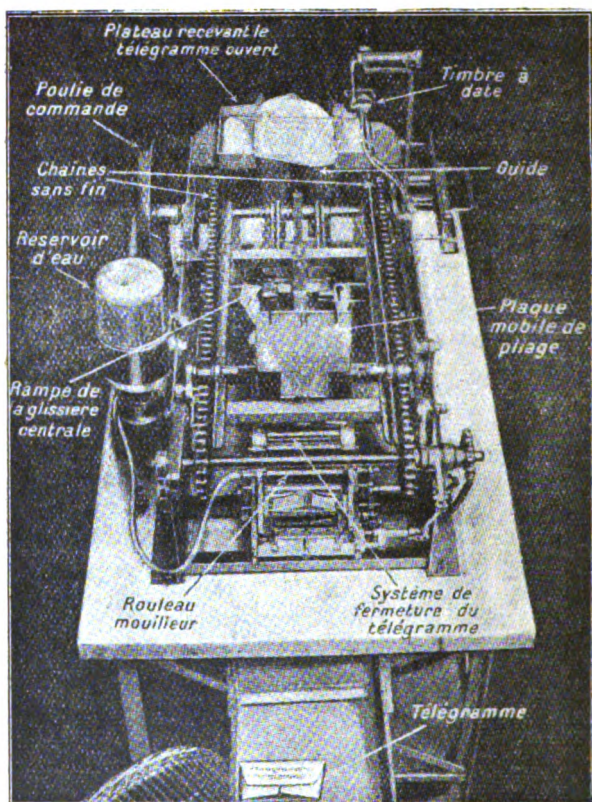


Fig. 3. — Vue montrant les organes essentiels.

tion française et souhaiter que cette machine soit adoptée par les offices étrangers et les compagnies de télégraphie.

Sur le rapport de la fécondité et de la haute fréquence dans les postes d'émission de télégraphie sans fil (Nemours-Auguste et Martin, *C. R. de l'acad. des sciences*, 10 septembre 1928). — Désirant nous rendre compte de la valeur de certains bruits courant sur la stérilité produite chez les manipulateurs

des postes d'émission de télégraphie sans fil, et quoique cette action des courants de haute fréquence ne réponde à aucune loi électrophysiologique, nous avons fait l'expérience suivante : Nous avons placé deux lots de souris, un mâle, l'autre femelle, à 2 mètres, et pendant 15 jours et 15 nuits, d'un solénoïde de la tour Eiffel, dont les caractéristiques étaient les suivantes :

1° Longueur totale du solénoïde	1 ^m ,50
2° Longueur de la partie utilisée	0,93
3° Nombre total de spires	48
4° Nombre total de spires utilisées	30
5° Pas de l'enroulement	0,031
6° Diamètre du solénoïde	1,75
7° Intensité du courant	60 ^A env.
8° Longueur d'onde des émissions	7200 ^m

Au bout de ce laps de temps, nous avons réuni les mâles et les femelles. 45 jours après, les femelles donnaient des petits.

Nous faisons remarquer que les manipulateurs ne demeurent jamais à demeure dans les conditions de notre expérience.

Avec les postes à éclateur, le bruit répété produisait des phénomènes d'asthénie qui ne sont pas observés à l'heure actuelle.

Nous pensons que, dans les conditions de notre expérience, la haute fréquence ne détermine pas de stérilité.

INFORMATIONS.

Virements postaux internationaux. — Depuis le 1^{er} octobre dernier, des virements postaux peuvent être effectués entre les comptes courants postaux tenus par les bureaux de chèques de France et d'Algérie et les comptes courants postaux tenus au grand-duché de Luxembourg.

Les titulaires de comptes en France et en Algérie utilisent, à cet effet, le chèque de virement ordinaire, qu'on revêt, en gros caractères, de la mention : « International ».

Le montant du virement peut, au gré de l'expéditeur, être exprimé sur le chèque en francs français ou en francs luxembourgeois. Il n'est soumis à aucune limitation.

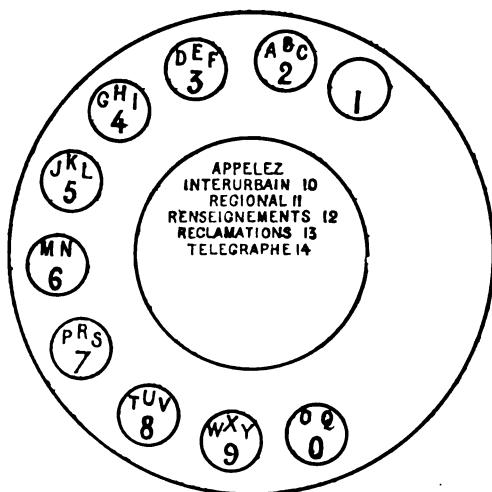
La réorganisation du service téléphonique dans la région de Paris et la dénomination des bureaux centraux téléphoniques de banlieue. — Par suite de la mise en service prochaine de commutateurs automatiques dans le réseau de Paris, les abonnés desservis par un auto-commutateur devront appeler leurs correspondants, aussi bien ceux de Paris que ceux de la zone suburbaine, en composant, sur leurs cadrans, un indicatif qui comprendra les trois premières lettres du nom de la circonscription, suivies du numéro d'appel proprement dit.

Or, sur les cadrans d'appel à dix divisions, deux ou trois lettres de l'alphabet correspondent à un seul chiffre. Pour qu'une combinaison quelconque de trois lettres représentant un indicatif d'appel ne se confonde pas avec une autre, il ne suffit pas que les trois lettres de la première combinaison soient différentes de celles qui composent la deuxième : il faut encore que ces trois lettres, traduites en chiffres, correspondent, sur le cadran, à des nombres différents.

C'est ainsi qu'il fallait trouver un moyen de différencier, par leur indicatif, les réseaux de

	SAInt-Cloud,
	SAInt-Denis.
	SAInt-Mandé,
	SAInt-Maur,
	SAInt-Maurice ;
œux de	CHarenton,
	CHAtillon ;
œux de	BOTzaris à Paris,
	BOUlogne en banlieue.

Par ailleurs, les groupements de réseaux, déjà réalisés ou projetés dans la banlieue de Paris, entraînent le rattachement à un même



Cadran d'appel de Paris.

bureau téléphonique d'abonnés relevant de communes différentes, d'où nécessité d'attribuer une désignation unique à des circonscriptions jusque là distinctes.

Tout d'abord, il a paru indispensable de s'affranchir délibérément du nom des localités groupées ensemble pour la constitution d'un réseau commun. Le choix de l'un de ces noms aurait, en effet, créé des confusions et des hésitations préjudiciables aux abonnés et au service téléphonique lui-même ; il aurait pu faire naître des riva-

lités entre communes voisines ; enfin il ne se serait pas prêté au dédoublement futur des circonscriptions, lorsque le nombre des abonnés se sera suffisamment accru.

Les dénominations adoptées répondent aux conditions suivantes :

1° se prêter à l'exploitation automatique, c'est-à-dire être telles que les trois premières lettres correspondent, sur le cadran, à un nombre de trois chiffres distinct pour chaque circonscription ;

2° rappeler, dans une certaine mesure, la situation géographique de la circonscription, de manière à éviter les confusions de la part des abonnés qui appellent souvent leurs correspondants sans consulter l'annuaire, s'en rapportant uniquement à la fidélité de leur mémoire ;

3° pouvoir être maintenues dans l'avenir, dans le cas où le développement des réseaux nécessiterait la modification des circonscriptions actuellement constituées ou prévues.

Il n'a pas toujours été facile de concilier ces diverses conditions.

Le nom attribué à un bureau central téléphonique ne constitue en effet, qu'un complément aux numéros d'appel des abonnés. Bien entendu, rien ne sera changé dans la présentation de l'annuaire, sur lequel les abonnés continueront à figurer sous le nom de la commune dont ils relèvent ; les recherches ne seront donc compliquées en rien.

Enfin il faut considérer que la mesure dont il s'agit constitue la préparation d'une réforme qui ne peut manquer d'être favorablement accueillie ; nous voulons parler de l'incorporation au réseau de Paris de la zone dite suburbaine, incorporation qui comporte la mise en automatique des réseaux de banlieue, l'unification de la taxe dans toute la zone considérée, et enfin, logiquement, l'attribution aux bureaux centraux de banlieue de noms choisis selon les mêmes règles que pour les centraux de Paris, c'est-à-dire : nom d'une rue ou d'un quartier desservis.

Sujets des compositions écrites au concours d'entrée à la 1^{re} section de l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes (mai 1928). — *Rédaction sur un sujet général.* — Commenter la belle pensée de Paul Morand qui clôt la série de ses réflexions sur l'avarice : « Il n'y a qu'un mot qui soit commun à toutes les belles époques, aux grands esprits, à toutes les

religions, et en fin de compte à la nature. Ce mot, c'est *donner*. » (*Revue de Paris*, 15 avril 1926).

Géographie. — Rechercher les causes d'ordre géographique qui peuvent expliquer la création et le développement de la ville de Paris.

Droit administratif. — Le préfet.

Rédaction sur un sujet ayant trait au service postal ou aux services accessoires de la poste. — Exposer les raisons qui ont amené le législateur à créer un service de comptes courants et à le confier à l'administration des postes.

Indiquer les avantages que le service des comptes courants et chèques postaux procure au public, à l'administration des postes et au trésor.

Quelles sont les améliorations qu'il vous semblerait possible d'apporter à l'organisation générale actuelle ?

Eviter avec soin d'entrer dans le détail des opérations effectuées pour le service des chèques postaux par les bureaux de poste et de parler de la réglementation spéciale aux bureaux centraux de chèques postaux.

Rédaction sur un sujet ayant trait au service électrique. — Attributions des receveurs des postes et télégraphes en matière de souscription des abonnements téléphoniques.

Comment envisageriez-vous l'extension du rôle des receveurs des trois premières classes d'un département, en ce qui concerne les demandes d'abonnement présentées dans un bureau quelconque de ce département ?

Mathématiques. — 1^{re} question : 1^o Résoudre les équations :

$$1 \left\{ \begin{array}{l} x + 2y - a = 0, \\ 3x + 4y - 11 = 0. \end{array} \right.$$

2^o A quelles conditions doit satisfaire le nombre a pour que, x_1 et y_1 étant les nombres trouvés en résolvant le système I, on ait :

$$1^o \quad (x_1 - 1)^2 + (y_1 - 2)^2 < 9;$$

$$2^o \quad (x_1 - 1)^2 + (y_1 - 2)^2 = 9.$$

2^e question : Soient le cercle Γ O, AB un diamètre, AC une corde égale au rayon $= R$.

1^o On demande l'aire du triangle ABC et la hauteur CH ;

2^o On demande l'aire comprise entre la corde BC et l'arc BC ;

3^o On demande le volume engendré par le triangle ABC en tournant autour de AB ;

4^o Montrer que, si C' est le symétrique de C, on peut tracer un cercle tangent aux quatre côtés du quadrilatère ACBC' ; trouver l'aire de ce cercle.

Physique. — 1^{re} question : Electrolyse.

2^e question : Poids spécifique des corps solides :

1^o Définition et unités usuelles ;

2^o Principe des différentes méthodes de mesure.

Chimie. — 1^{re} question : combustion du carbone dans l'oxygène pur et dans l'air. Quels sont les deux corps qui peuvent se former ? Donner les propriétés chimiques les plus importantes de ces deux corps. Quelle est leur action physiologique ?

2^e question : Propriétés physiques, mécaniques et chimiques du cuivre. (On ne demande ni la métallurgie du cuivre ni les alliages.)

Sujets des compositions écrites au concours d'entrée à la 2^e section de l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes (septembre 1928). — *Mathématiques.* — 1^{re} question : 1^o On demande d'intégrer l'équation différentielle

$$(E) \quad y = x(2y' + y'^2) + (y' + 1)^3 \quad \left(y' = \frac{dy}{dx} \right),$$

et de montrer qu'on peut exprimer les coordonnées d'un point d'une courbe intégrale par des fonctions rationnelles d'un paramètre et d'une constante arbitraire.

2^o Démontrer que l'équation (E) admet une intégrale singulière, et vérifier que les courbes qui représentent l'intégrale générale de l'équation (E) sont tangentes à l'intégrale singulière.

3^o Construire la courbe intégrale qui est tangente à la droite $y = x + 8$ au point de coordonnées $x = 0, y = 8$.

2^e question : Calculer l'intégrale double :

$$\int \frac{dx dy}{(a^2 + x^2 + y^2)^2},$$

où a est une constante positive, supérieure à un, étendue à l'intérieur de la lemniscate

$$(x^2 + y^2)^2 = x^2 - y^2.$$

Mécanique. — 1^o Les extrémités A et B d'une droite matérielle homogène de masse m et de longueur $2l$ sont assujetties à glisser avec frottement sur deux axes rectangulaires $X'OX$, $Y'OY$; les liaisons sont bilatérales.

A l'instant initial, A étant en O et B sur la partie positive de l'axe des y , on imprime à la droite AB une vitesse angulaire positive ω_0 dans le plan XOY.

Déterminer le mouvement (on suppose que A et B peuvent franchir librement le point O).

Calculer les réactions.

Discuter suivant les valeurs du coefficient de frottement f .

(On prendra pour inconnue l'angle θ de AB avec OY.)

2^o Reprendre le problème en supposant en outre la droite AB pesante et le plan XOY horizontal.

Physique. — 1^o Franges d'interférence des lames minces isotropes. Anneaux de Newton.

2^o On comprime un mètre cube d'air à 15° et à la pression d'un kilogramme par centimètre carré jusqu'à la pression de 20 kilogrammes par centimètre carré.

Quel est le travail qu'il faut fournir :

1^o lorsque la compression est isotherme ?

2^o lorsque la compression est adiabatique ?

Quelle est, dans ce dernier cas, la température finale de l'air ?

Le rapport des chaleurs spécifiques de l'air à pression et à volume constants est 1,4.

Le coefficient de dilatation de l'air est $\frac{1}{273} \cdot \frac{1}{2}$

Chimie. — 1^o Mercure : sa métallurgie, ses propriétés physiques et chimiques et ses usages.

Principaux sels de mercure ; leurs caractères analytiques.

2° En vue de titrer un nitrate de soude technique on en traite 0g,425 par un excès de mercure en présence d'acide sulfurique concentré, et l'on recueille le gaz qui se dégage à l'aide d'un dispositif convenable. On demande :

1° d'établir les formules de la réaction ;

2° de trouver la richesse du nitrate de soude analysé, en supposant que le gaz dégagé mesure 89^{cmc},7 à 0° et 760 millimètres.

(On admet : N = 14 ; O = 16 ; Na = 23 et 22^l,416 pour le volume de la molécule gramme à 0° et 760 millimètres.)

Nouveaux timbres-poste français. — L'atelier de fabrication des timbres-poste a mis en fabrication, le mois dernier, les deux nouveaux timbres suivants :

10^c violet, du type Blanc ;

40^c bleu pâle, du type Semeuse à fond uni.

BIBLIOGRAPHIE.

Zur Theorie des Fernsprechverkehrs, par K. FREI (1^{er} volume de la collection *Einzeldarstellungen aus der elektrischen Nachrichtentechnik*, publiée par F. Mönch). Berlin, Weidmannsche Buchhandlung, 1928. 1 vol. in-8° carré de 138 pages. — Prix : broché, 4^M,50 ; relié en toile, 6 marcs.

L'application du calcul des probabilités aux problèmes du trafic téléphonique a donné lieu à de nombreux travaux, dont les résultats, parfois discordants, peuvent dérouter le technicien. K. Frei s'est proposé de rapprocher les modes de raisonnement employés par les différents auteurs et les formules qu'ils ont indiquées : une discussion, accompagnée d'exemples numériques, permet au lecteur de juger de la valeur des diverses solutions proposées pour chacun des problèmes qu'on rencontre dans l'étude du trafic téléphonique : appels simultanés, concentration et division du trafic, appels perdus et calcul du nombre d'organes, artifices d'équipement susceptibles d'améliorer le rendement des organes, occupation des abonnés ordinaires ou à plusieurs lignes, retard infligé aux appels dans les systèmes où les appels en surnombre ne sont pas perdus, durée des communications. Les notions élémentaires de calcul des probabilités nécessaires pour suivre l'auteur sont rappelées au début de l'ouvrage.

R. B.

Französischer Sprachführer für den Fernsprechverkehr, par ALBERT LANG (3^e volume de la collection *Einzeldarstellungen aus der elektrischen Nachrichtentechnik*, publiée par F. Mönch). Berlin, Weidmannsche Buchhandlung, 1928. 1 vol. in-8° carré de 120 pages. — Prix, relié en toile : 9 marcs.

Ce vocabulaire fixe, en français et en allemand, la correspondance des termes et locutions techniques (rangés par rubriques)

employés dans le service téléphonique international par le personnel chargé de l'exploitation, de la relève des dérangements, de l'entretien, des stations de répéteurs et des mesures : chacun des termes est inséré dans une phrase usuelle qui en précise le sens. Un répertoire alphabétique français-allemand et allemand-français termine l'ouvrage.

R. B.

Introduction à l'étude de la physique théorique, par RENÉ FORTRAT. 6^e fascicule : *Mécanique statistique* : 1 vol. in-16 de 100 pages, avec 22 figures ; 7^e fascicule : *Les principes d'action et de relativité* : 1 vol. in-16 de 73 pages. Paris, Hermann, 1927.

Ces fascicules sont les deux derniers de l'ouvrage dont nous présentions ici même (p. 442) les deux premiers. Les qualités d'exposition de l'auteur s'y retrouvent, appliquées à des questions particulièrement abstraites et ardues. Le caractère de l'ouvrage est, par contre, assez modifié : on imagine volontiers les fascicules de début donnant des notions modernes et vivantes de physique aux esprits, de plus en plus nombreux, qui font sur le tard leur éducation scientifique ; les derniers, au contraire, supposent une familiarité avec les mathématiques supérieures que le sujet réclamait, il est vrai, d'une manière absolue, mais qui en font plutôt des livres d'initiation à ces doctrines à l'usage des étudiants avancés. Ils sont, comme les premiers, fort bien composés, et réussissent à condenser sans sécheresse beaucoup de matière en un petit espace. Ouvrage très recommandé.

P. L. C.

Machinisme et automatisme, par P. MAURER. Paris, Gauthier-Villars, 1927. 1 vol. in-8° de 80 pages.

Dans cet ouvrage singulier, la pensée de l'auteur, que l'on croit par moments avoir saisie, semble se dissoudre tout à coup dans le brouillard d'un style fuyant et flou. L'auteur (Ingénieur électricien distingué, et auteur d'un excellent cours de T.S.F.) frappé par le nombre d'excitations extérieures distinctes auxquelles une machine (commutateur automatique, par exemple) peut répondre d'une manière correcte, paraît s'être demandé s'il serait jamais possible

dans cette voie de construire un automate complet, un homme-machine. Rien n'empêche, en théorie, d'imaginer qu'une machine ait un nombre de fonctions aussi grand qu'on le veut, et même que ces fonctions ne soient mises en jeu que dans certaines conditions et non dans d'autres ; mais, quelle que soit la complication de la machine, il est en tous cas certain qu'à une excitation donnée elle réagira d'une manière unique : la machine peut discriminer, elle ne peut choisir. Cela la distingue-t-il ou non de l'homme ? C'est là un problème de philosophie pure, que l'auteur nous dit en dernière page avoir résolu pour sa part, par une conciliation des contraires. Nous ne présentons cette analyse qu'avec toutes réserves : la personnalité de l'auteur fait qu'il peut y avoir dans cet ouvrage plus que ce que nous y avons vu.

P. L. C.

Principes généraux du bilan et de la comptabilité, par

ANDRÉ DALSACE. Paris, Payot, 1927. 1 vol. in 8° de 152 pages. —

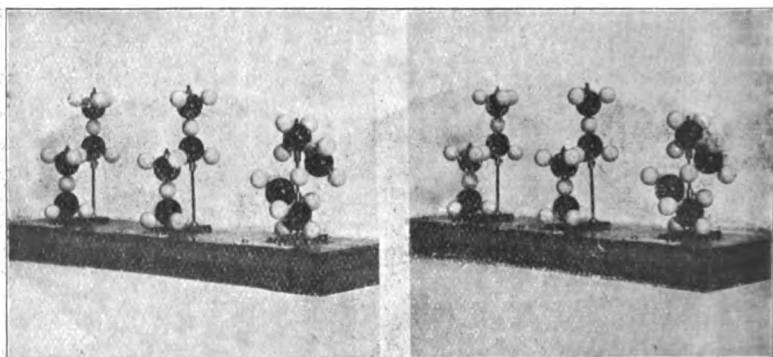
Prix : 18 francs.

L'auteur présente son sujet d'une manière très vivante, claire et personnelle. La comptabilité, comme toutes les techniques, possède ses conventions provenant en partie de la routine, et qu'il est impossible de rappeler en tête de chaque application ; il en résulte que beaucoup de personnes sont surprises et un peu irritées de ne pas comprendre de prime abord un bilan de société. Au lieu de considérer les conventions comptables comme intangibles ainsi que le font la plupart des auteurs, et de les commenter respectueusement, M. Dalsace s'est attaché à conserver dans leur fraîcheur les surprises et les objections du débutant, et propose des « manières de compter » originales, lesquelles, suivant une définition célèbre, n'étant « autre chose que des manières de penser », présentent l'avantage de mieux s'adapter aux habitudes de pensée des non-spécialistes. Un grand nombre de questions diverses sont touchées en passant, toujours d'un point de vue très personnel, mais le cadre de l'ouvrage n'en permet pas la discussion approfondie. Ce livre, par la clarté de sa rédaction et son originalité de vues, éveillera à la fois l'intérêt et le sens critique du lecteur, et constitue une excellente introduction à l'étude des traités classiques.

P. L. C.

Photographies stéréoscopiques de modèles cristallins
d'après l'analyse par les rayons X, établies par Sir William et
W. L. Bragg. Londres, Adam Hilger, Ltd.

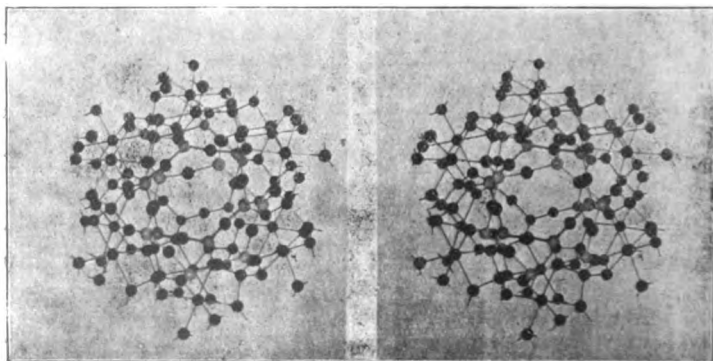
Il s'agit d'une première série de stéréophotogrammes, livrés dans
une boîte qui renferme également l'appareil stéréoscopique approprié,



Quelques constituants du verre : cristoballite, tridymite,
quartz (de gauche à droite).

ainsi que la description détaillée de chacun des modèles, avec les ren-
vois bibliographiques utiles.

Les travaux scientifiques de MM. Bragg père et fils sur la question



Un des exemples les plus complexes de la collection : l'émeraude.

ont une autorité universellement reconnue. Il est intéressant de voir,
par les soins de la maison Hilger, les travaux de ces deux savants et

ceux de leurs élèves ou de leurs émules traduits, sous leur contrôle personnel, dans la forme la plus parlante et la plus intelligible. Dans chaque molécule représentée, les atomes sont figurés sous forme de sphères blanches, grises ou noires, de rayons divers. Les dimensions sont chiffrées, dans les notices, en unités Angström et centièmes d'unité. La série comprend presque uniquement des molécules de chimie minérale : sel gemme, spath fluor, diamant et graphite, blendes, pyrites, barytes, magnétite, calcite, rubis, émeraude, bismuth, tellure, glace, quartz α et β , tridymite et cristobalite; en outre, les molécules d'acide tartrique et d'acide racémique anhydre; enfin une vue stéréoscopique de l'arrangement moléculaire condensé en paquets cubiques et une de l'arrangement en paquets hexagonaux.

La collection renferme encore une vue du spectromètre de MM. Bragg; enfin trois du spectrographe universel par rayons X du d^r Muller, tel que cet instrument a été mis en service, depuis septembre 1923, au Davy Faraday Laboratory, sous la direction de Sir William Bragg.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES.

Postes.

La poste aérienne, par M. LEBON, directeur de l'Exploitation postale .	73
La poste automobile rurale, par V. PIGNOCHET, sous-chef de bureau au Service central des Postes et Télégraphes.....	353
Les installations techniques au bureau de tri de la gare du P. L. M., par L. JAMMES.....	594
Table de déballage pour sacs postaux, contribution à la lutte contre la poussière, par A. de SALIS, fonctionnaire technique à la direction générale des Postes suisses	688
Essai sur la nature du rôle du vaguemestre, par Ch. THOLLON-GILS, chef de bureau des Postes et Télégraphes.....	909
Appareils pour l'échange en gare des dépêches avec les wagons-poste sans arrêt du train.....	1035

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Service du départ des objets recommandés assuré par un seul agent..	520
La confection, en Allemagne, des indicateurs des chemins de fer et des indicateurs de tri.....	525
Les services non rétribués rendus par l'administration allemande des P.T.T. dans le trafic postal	707
Simplifications dans l'inscription des envois contre remboursement..	710

INFORMATIONS.

Nouvelles émissions de timbres-poste.....	339
Nouveaux timbres-poste français.....	439, 991, 1096
Poste aérienne	530, 822, 893, 991
Les chèques postaux français.....	531, 893 991
Transbordement de dépêches postales entre un dirigeable et un wagon postal ambulant en marche.....	893
Renseignements statistiques sur l'exploitation postale en Suisse en 1927	894
Les chèques postaux internationaux.....	991, 1090
Autonomie du budget de l'administration polonaise des P.T.T.....	992

BIBLIOGRAPHIE.

Historia de los carteros urbanos (Histoire des facteurs de ville), par D. RICARDO ORTIZ VIVAS.....	249
Post-Betriebsmechanik, par HANS SCHWAIGERHOFFER (Munich)....	904

Télégraphes.

Recherche d'un alphabet télégraphique international à cinq signaux élémentaires, par E. MONTORIOL, inspecteur des Postes et Télégraphes	24
Transports par courroies convoyeuses dans les centraux télégraphiques, par Jean JACOB, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes	31
Du choix d'un appareil télégraphique unique pour le service international, par E. MONTORIOL, inspecteur des Postes et Télégraphes	92
Recherche des éléments caractéristiques d'une liaison télégraphique d'après la courbe de courant, par Marcel BAYARD, ingénieur des Postes et Télégraphes	173
Signalisation électrique de certains télégrammes au poste central de Lyon, par J. POIRIER, chef du poste central télégraphique de Lyon	260
Exploitation du nouveau câble télégraphique reliant l'Allemagne à l'Amérique, par A. KUNERT, directeur des postes à Emden	768

REVUE DES PÉRIODIQUES.

L'évolution des signaux utilisés par la télégraphie électrique jusqu'à l'unification de l'alphabet Morse	330
Statistique de la durée de service des poteaux de bois sur les lignes aériennes	333
Nouvel appareil imprimeur Creed	632
Application, par les Carthaginois, du principe du synchronisme à la télégraphie optique	1084
Une machine qui pte 3.400 télégrammes à l'heure	1085

INFORMATIONS.

Commémoration du cinquantenaire de l'appareil Baudot	61
Distribution de télégrammes dans les trains	439
Renseignements statistiques sur l'exploitation télégraphique et téléphonique en Suisse en 1927	897

BIBLIOGRAPHIE.

Wörterbuch der elektrischen Nachrichtentechnik der deutschen und französischen Sprache, par O. SATTELBERG	1002
---	------

Téléphones.

L'adaptation du réseau français au service téléphonique universel, par H. MILON, directeur de l'Exploitation téléphonique	1
Sur une méthode pour la mesure des affaiblissements, par P. CHAVASSE, ingénieur des Postes et Télégraphes	46
Les caractéristiques de transmission des communications à grande distance par câbles, par K. KÜPFMÜLLER	134
L'introduction de l'automatique dans les bureaux téléphoniques de Berlin et de sa banlieue	220 281

Sur la distorsion téléphonique et sa mesure, par P. DAVID, ingénieur à la Radiotélégraphie militaire.....	265
La transformation du réseau téléphonique de Paris en automatique, par E. REYNAUD-BONIN, directeur des Services téléphoniques de Paris	369
Projet d'un réseau téléphonique urbain selon le principe de la distribution, par E.-A. ENGLUND	397
Sur les amplificateurs à résistance exempts de distorsion pour les basses fréquences, par H.-F. MAYER.....	404
Contribution à l'étude de la question de la corrosion intercrystalline constatée sur les câbles téléphoniques sous plomb, par OTTO HÄHNEL	418
Note sur le poste administratif de 1924 à combiné, par P. MOCQUARD ingénieur des Postes et Télégraphes.....	475
Sur la distorsion non-linéaire dans les liaisons à grande distance, par K. KÜPFMÜLLER	499
Addition des affaiblissements effectifs, par P. MOCQUARD, ingénieur des Postes et Télégraphes	668
Quelques applications de la méthode de l'équilibre statistique dans la théorie des probabilités, par A.-E. ERLANG.....	743
Note sur l'élimination des perturbations causées par les lignes exploitées au baudot, par E. BOYER, commis des Postes et Télégraphes	864
Sur les amplificateurs à résistance, par J.-B. POMEY.....	873
Les efforts de l'administration en vue de l'amélioration du service téléphonique à Paris, par E. GOULIGNAC, directeur des Postes et Télégraphes	877
Le système fondamental de référence pour la transmission téléphonique, par P. CHAVASSE, ingénieur des Postes et Télégraphes....	918
Inauguration du centre de téléphone automatique « Carnot », à Paris, par E. REYNAUD-BONIN, directeur des Services téléphoniques de Paris.....	941
Symboles graphiques internationaux pour la téléphonie.....	949
Mise en service de l'automatique à Lyon, par Paul JOLY, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.....	1005
Sur le poste d'opératrice des multiples extensibles, par R. BIGORGNE, ingénieur des Postes et Télégraphes.....	1024

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Statistique de la durée de service des poteaux de bois sur les lignes aériennes.....	333
L'appel par téléphone des automobiles de place à Berlin.....	712

INFORMATIONS.

Transformation en automatique du réseau téléphonique de Berlin..	66
Mise en service du bureau tandem automatique « Holborn » à Londres.....	170
Mise en service du bureau automatique « Holborn » à Londres....	171
Le câble téléphonique sous-marin pupinisé Allemagne-Danemark..	246
Téléphonie à grande distance.....	339

Dispositifs enregistreurs de conversations téléphoniques.....	534
Le réseau téléphonique municipal de Rotterdam.....	535
Le téléphone à Copenhague en 1927.....	640
Progrès des communications téléphoniques aux Etats-Unis en 1927.....	642
Inauguration du second bureau téléphonique automatique de Londres.....	717
Ouverture de relations téléphoniques avec le Mexique.....	823
Renseignements statistiques sur l'exploitation télégraphique et téléphonique en Suisse en 1927.....	897
La réorganisation du service téléphonique dans la région de Paris et la dénomination des bureaux centraux téléphoniques de banlieue.....	1090

BIBLIOGRAPHIE.

Circuits de transmission pour communications téléphoniques : procédés d'étude et de détermination, par K.-S. JOHNSON.....	250
Téléphonie en schémas, par G. MATOFF.....	447
Cours d'installations téléphoniques, par H. MILON.....	447
Telephone and power transmission, par R. BRADFIELD et W. JOHN.....	998
Wörterbuch der elektrischen Nachrichtentechnik der deutschen und französischen Sprache, par O. SATTELBERG.....	1002
Zur Theorie des Fernsprechverkehrs, par K. FREI.....	1097
Französischer Sprachführer für den Fernsprechtverkehr, par Albert LANG.....	1097

Radioélectricité.

Sur les amplificateurs à résistance exempts de distorsion pour les basses fréquences, par H.-F. MAYER.....	404
Sur les amplificateurs à résistance, par J.-B. POMEY.....	873
Le battement du cœur considéré comme oscillation de relaxation et un modèle électrique du cœur, par B. VAN DER POL et J. VAN DER MARK.....	1041

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Sur les applications d'un type particulier d'amplificateur à réaction.....	57
La transmission des sons par modulation d'ondes lumineuses.....	167
Fonctionnement de la télégraphie et de la téléphonie sans fil au port aérien du Bourget.....	429
La traversée aérienne de l'Atlantique nord : la T.S.F.....	516
La valve K.L. 1 : avantages des valves à cathode chauffée indirectement.....	819

INFORMATIONS.

Achat de livres rares par téléphonie transatlantique.....	439
Radiotélégraphie franco-coloniale.....	531
Ouverture des relations téléphoniques avec les Etats-Unis.....	531
Ouverture des relations téléphoniques avec le Canada.....	534
La télévision pour amateurs.....	534
Radiotélégrammes à destination des navires en mer.....	640
Remarquable utilisation de la radiotéléphonie transatlantique....	823
Le cœur électrique.....	824
Traffic radiotélégraphique direct entre l'Amérique et l'Australie....	894

BIBLIOGRAPHIE.

The propagation of radio-waves along the surface of the earth and in the atmosphere, par P.-O. PEDERSEN.....	247
Die wissenschaftlichen Grundlagen des Rundfunkempfangs, publié sous la direction de K.-W. WAGNER	441
Les lampes à plusieurs électrodes et leurs applications, par J. GROSZ-KOWSKI	538
Lautsprecher, par Engen NESPER	539
Le poste de l'amateur de T.S.F., par HÉMARDINQUER.....	645
Principles of radio-communication, par H.-J. MORECROFT.....	722
History of radiotelegraphy and telephony, par G. BLAKE.....	1001

Construction des lignes.

Le raccordement des sections souterraines aux sections aériennes dans les lignes téléphoniques, par Marcel MOINE, ingénieur des Postes et Télégraphes.....	106
Aiguilles pour canalisations multiples, par J. MAILLEY, ingénieur des Postes et Télégraphes.....	206
Localisation des défauts dans l'enveloppe isolante des conducteurs sous caoutchouc, par R. BIGORNE, ingénieur des Postes et Télégraphes	416
Contribution à l'étude de la question de la corrosion intercrystalline constatée sur les câbles téléphoniques sous plomb, par Otto HÄHNEL	418

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Statistique de la durée de service des poteaux de bois sur les lignes aériennes.....	333
--	-----

Etudes théoriques.

Recherche des éléments caractéristiques d'une liaison télégraphique d'après la courbe de courant, par Marcel BAYARD, ingénieur des Postes et Télégraphes.....	173
Les potentiels vecteurs retardés, par J.-B. POMEY.....	253
Sur la distorsion non-linéaire dans les liaisons à grande distance, par K. KÜPFMÜLLER	499
Addition des affaiblissements effectifs, par P. MOCQUARD, ingénieur des Postes et Télégraphes.....	668
Quelques applications de la méthode de l'équilibre statistique dans la théorie des probabilités, par A.-K. ERLANG.....	743
Les ondes électromotrices ; théorie de la propagation des courants alternatifs le long des nappes de fils, par L. AGUILLON, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (à suivre)	846

BIBLIOGRAPHIE.

Initiation aux méthodes vectorielles et aux applications géométriques de l'analyse, par G. BOULIGAND et G. RABATÉ.....	71
--	----

Leçons de géométrie vectorielle préliminaires à l'étude de la théorie d'Einstein, par G. BOULIGAND.....	71
The propagation of radio-waves along the surface of the earth and in the atmosphere, par P.-O. PEDERSEN.....	247
Cours d'électricité théorique professé à l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes, par J.-B. POMEY.....	347
Les bases de la géométrie et de la physique : l'invariance de l'espace euclidien, par Clément LAURÈS.....	352
Modern analysis, par E.-T. WHITTAKER et G.-N. WATSON.....	444
Probability and its engineering uses, par THORNTON C. FRY.....	826
Behandlung von Schwingungsaufgaben mit komplexen Amplituden und mit Vektoren, par H.-G. MÖLLER.....	999
Zur Theorie des Fernsprechverkehrs, par K. FREI.....	1097
Introduction à l'étude de la physique théorique, par René FORTRAT, 6 ^e et 7 ^e fascicules.....	1098

Divers.

Organisation de l'industrie des isolants moulés en Allemagne, par R. BIGORNE, A. HANFF et M. MOINE, ingénieurs des Postes et Télégraphes.....	212
Essai des fournitures de bureau dans l'administration des postes d'Allemagne, par M. BORNEMANN, conseiller des Postes d'Allemagne.....	318
Localisation des défauts dans l'enveloppe isolante des conducteurs sous caoutchouc, par R. BIGORNE, ingénieur des Postes et Télégraphes.....	416
L'aviation commerciale, par le général BOUCABEILLE, directeur du Comité français de propagande aéronautique.....	449
Impressions photomécaniques, par J.-B. POMEY.....	485
Les inventions dues à des employés.....	510
La matière fulminante, par E. MATHIAS, correspondant de l'Institut, directeur de l'Institut et observatoire de physique du globe du Puy-de-Dôme.....	541
Sur un alternateur gyroscopique et sur ses analogies électriques, par Bernard SALOMON, ingénieur des Postes et Télégraphes....	620
Les bases et les conséquences de la théorie de la relativité, par Charles NORDMANN, astronome à l'Observatoire de Paris.....	649, 725
Le vibromètre, par H. NUKIYAMA et M. MATSUDAIRA.....	674
Les fils qui chantent, par J.-B. POMEY.....	765
Les accidents électriques.....	804
Les bases de la lutte contre la tuberculose dans les P.T.T., par le d ^r BEAUFUMÉ, médecin-chef des Postes et Télégraphes.....	829
Le battement du cœur considéré comme oscillation de relaxation et un modèle électrique du cœur, par B. VAN DER POL et J. VAN DER MARK.....	1041
Les phénomènes périodiques dans la nature, par W. KOPACZEWSKI.....	1071

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Sonneries de cloches par combinaison de solénoïdes et de condensateurs électrolytiques.....	59
---	----

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES.

1109

L'électrification négative de la terre et les coups de foudre.....	242
Le béton rationnel : méthodes pratiques pour la réalisation de mortiers et de bétons offrant les qualités désirées au prix de revient minimum	243
L'alliage J L	244
La formule ferroviaire des transports extra-légers et ultra-rapides à grand rendement	431
Le LXXXIX ^e Congrès des physiciens et médecins allemands.....	434
Une nouvelle revue technique.....	513
Diffraction d'un faisceau d'électrons.....	513
Le chromage	637
L'amélioration des qualités du plomb par de faibles additions d'étain et de cadmium.....	699
Les rapports entre les recherches de science pure et les applications électriques	820
Les progrès de la physique américaine dans les dix dernières années.	881
L'électrification des chemins de fer.....	981
Le grand électro-aimant de l'académie des sciences.....	985
Sur le rapport de la fécondité et de la haute fréquence dans les postes d'émission de télégraphie sans fil	1088

INFORMATIONS.

Commémoration du cinquantenaire de l'appareil Baudot.....	61
Exposition de la presse technique.....	66
Congrès de. matières premières.....	66
Deux cas curieux de court-circuit sur lignes d'énergie.....	68
H.-A. Lorentz	338
Extraits du rapport d'exploitation de l'administration allemande des P.T.T. pour l'année 1926.....	341
Statistique des accidents de personnes survenus en 1926 dans les distributions d'énergie électrique.....	531
Procédés de bouillisterie utilisés dans les centraux télégraphique et téléphonique de Rotterdam.....	536
Le cœur électrique	824
Etats statistiques de la production, du transport et de la distribution de l'énergie électrique en France en 1926.....	899
Sujets des épreuves écrites au concours d'entrée à la 1 ^{re} section de l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes (mai 1928)	1092
Sujets des épreuves écrites au concours d'entrée à la 2 ^e section de l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes (septembre 1928)	1094

BIBLIOGRAPHIE.

Acoustique générale. Ondes aériennes, par H. BOUASSE.....	70
Cordes et membranes, par H. BOUASSE.....	172
Cours de physique à l'usage des élèves de l'enseignement supérieur et des ingénieurs, par Jean BECQUEREL.....	247
Les machines électriques industrielles, principe, fonctionnement, divers types, montage, pannes, par R. BARDIN.....	250

Lehrbuch der technischen Physik, par le d ^r Georg GEHLHOFF . . .	350
La nature de la lumière, par Max PLANCK	352
Introduction à l'étude de la physique théorique, par René FORTRAT .	442
Die Technik elektrischer Messgeräte, par Georg KEINATH	443
Annuaire du bureau des longitudes pour 1928	445
L'électricité et ses applications, par H. VIGNERON	445
Les moteurs à courants alternatifs, par Louis LAGRON	446
The principles of electric power transmission, par H. WADDICOR .	540
Handbuch der modernen Reproduktionstechnik (Manuel de la technique moderne de la reproduction), publié sous la direction de R. RUSS	540
L'enseignement scientifique, organe général de l'enseignement des sciences	644
Cours pratique d'électricité industrielle, par Léon BOUTHILLON et M. GOUDONNET	646
Verges et plaques, cloches et carillons, par H. BOUASSE	646
Cours de chimie, par Marcel BOLL	647
Electrical Engineering Economics, par D.-J. BOLTON	723
La technique du bobinage des machines électriques (dynamos, alternateurs, moteurs, transformateurs), par R. BARDIN	723
Introduction à la physique des rayons X et gamma, par M. et L. DE BROGLIE	724
L'Electricité, par Lucien POINCARÉ. Edition refondue et augmentée, par Paul BUNET	828
Protection contre les effets nuisibles de l'électricité, par F.-G. de NERVILLE et A. HARDY	905
Accidents et dangers de l'électricité, par le d ^r Paul DUHEM	907
Le chef mécanicien-électricien, par A.-E. BLANC	908
Vestiges of pre-metric weights and measures, par A. KENNELLY .	993
Où en est la physique, par M. COURTINES	1002
Machinisme et automatisme, par P. MAURER	1098
Principes généraux du bilan et de la comptabilité, par André DAL- SACE	1099
Photographies stéréoscopiques de modèles cristallins, par SIR WIL- LIAM et. W. L. BRAGG	1100

TABLE ALPHABÉTIQUE PAR NOMS D'AUTEURS.

AGUILLON	Les ondes électromotrices ; théorie de la propagation des courants alternatifs le long des nappes de fils	846
BAYARD.....	Recherche des éléments caractéristiques d'une liaison télégraphique d'après la courbe de courant	173
BEAUFUMÉ	Les bases de la lutte contre la tuberculose dans les P.T.T.	829
BIGORGNE, HANFF et MOINE	Organisation de l'industrie des isolants moulés en Allemagne	212
BIGORGNE	Localisation des défauts dans l'enveloppe isolante des conducteurs sous caoutchouc.... Sur le poste d'opératrice des multiples extensibles	416 1024
BORNEMANN	Essai des fournitures de bureau dans l'administration des postes d'Allemagne.....	318
BOUCABEILLE	L'aviation commerciale	449
BOYER	Note sur l'élimination des perturbations causées par les lignes exploitées au baudot....	864
CHAVASSE	Sur une méthode pour la mesure des affaiblissements	46
	Le système fondamental de référence pour la transmission téléphonique	918
DAVID	Sur la distorsion téléphonique et sa mesure..	265
ENGLUND	Projet d'un réseau téléphonique urbain selon le principe de la distribution.....	397
ERLANG	Quelques applications de la méthode de l'équilibre statistique dans la théorie des probabilités	743
GOULIGNAC	Les efforts de l'administration en vue de l'amélioration du service téléphonique à Paris	877
GUÉRY.....	Note au sujet du danger spécial des courants alternatifs provenant de la capacité.....	815
HÄHNEL	Contribution à l'étude de la question de la corrosion intercrystalline constatée sur les câbles téléphoniques sous plomb	418
HANFF	Voy. BIGORGNE.	
JACOB	Transports par courroies convoyeuses dans les centraux télégraphiques	31
JAMMES	Les installations techniques au bureau de tri de la gare du P.-L.-M.....	594

JOLY	Mise en service de l'automatique à Lyon....	1005
KOPACZEWSKI	Les phénomènes périodiques de la nature....	1071
KUNERT	Exploitation du nouveau câble télégraphique reliant l'Allemagne à l'Amérique.....	768
KÜPFMÜLLER	Les caractéristiques de transmission des com- munications à grande distance par câbles..	134
	Sur la distorsion non-linéaire dans les liaisons à grande distance	499
LEBON	La poste aérienne	73
MAILLET	Aiguilles pour canalisations multiples.....	206
Van der MARK	Voy. van der POL.	
MATHIAS	La matière fulminante.....	541
MATSUDAIRA.....	Voy. NUKIYAMA.	
MAYER.....	Sur les amplificateurs à résistance exempts de distorsion pour les basses fréquences..	404
MILON	L'adaptation du réseau français au service téléphonique universel	1
MOCQUARD	Note sur le poste administratif de 1924 à com- biné	475
	Addition des affaiblissements effectifs.....	668
MOINE	Le raccordement des sections souterraines aux sections aériennes dans les lignes télépho- niques	106
MOINE	Voy. BIGORNE.	
MONTORIOL	Recherche d'un alphabet télégraphique inter- national à cinq signaux élémentaires....	24
	Du choix d'un appareil télégraphique unique pour le service international.....	92
NORDMANN	Les bases et les conséquences de la théorie de la relativité	649, 725
NUKIYAMA et MAT- SUDAIRA	Le vibromètre	674
PIGNOCHET	La poste automobile rurale.....	353
Van der POL et van der MARK	Le battement du cœur	1041
POIRIER.....	Signalisation électrique de certains télé- grammes au poste central de Lyon.....	260
POMEY.....	Les potentiels vecteurs retardés.....	253
	Notice nécrologique sur H.-A. LORENTZ....	338
	Impressions photomécaniques.....	485
	Les fils qui chantent.....	765
	Sur les amplificateurs à résistance.....	873
REYNAUD-BONIN ..	La transformation du réseau téléphonique de Paris en automatique.....	369
	Inauguration du centre de téléphone automa- tique « Carnot » à Paris.....	941
de SALIS.....	Table de déballage pour sacs postaux; contri- bution à la lutte contre la poussière.....	688
SALOMON	Sur un alternateur gyroscopique et sur ses analogies électriques	620
THOLLON-GILS	Essai sur la nature du rôle du vaguemestre..	909
ZIMMERN	Les accidents du courant électrique.....	804

ANNÉE — N° 12.

DÉCEMBRE 1928.

PRIX : 6 francs

ANNALES DES POSTES TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

ORGANE MENSUEL PUBLIÉ PAR LES SOINS
D'UNE COMMISSION NOMMÉE PAR M. LE MINISTRE
DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES.



LIBRAIRIE
DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE
3 RUE THÉNARD PARIS, V*

ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES.

Revue mensuelle publiée par les soins
d'une commission nommée par
LE MINISTRE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES.

La commission des *Annales* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs et qui peuvent ne pas refléter la doctrine de l'administration; elle ne s'imisce pas dans les questions de priorité.

RÉDACTION : 20, RUE LAS CASES, PARIS 7^e.

Téléphone : Ségur 46.43 et 45.59.

Pour tout ce qui concerne les abonnements et la publicité,
s'adresser à l'éditeur :

LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE,

3, rue Thénard, Paris 5^e.

TABLE DES MATIERES.

Mise en service de l'automatique à Lyon, par Paul JOLY, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.	1005
Sur le poste d'opératrice des multiples extensibles, par R. BIGORNE, ingénieur des Postes et Télégraphes.	1024
Appareils pour l'échange en gare des dépêches avec les wagons-poste sans arrêt du train.	1035
Le battement du cœur considéré comme oscillation de relaxation et un modèle électrique du cœur, par B. VAN DER POL et J. VAN DER MARK.	1041
Les phénomènes périodiques dans la nature, par W. KOPAZZEWSKI.	1071
REVUE DES PÉRIODIQUES : Application, par les Carthaginois, du synchronisme à la télégraphie optique. — Une machine qui plie 3.400 télégrammes à l'heure. — Sur le rapport de la fécondité et de la haute fréquence dans les postes d'émission de télégraphie sans fil.	1084
INFORMATIONS : Virements postaux internationaux. — La réorganisation du service téléphonique dans la région de Paris et la dénomination des bureaux centraux téléphoniques de banlieue. — Sujets des épreuves écrites au concours d'entrée à la première section de l'Ecole professionnelle des postes et télégraphes. — Sujets des épreuves écrites au concours d'entrée à la deuxième section de l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes.	1090
BIBLIOGRAPHIE.	1097
DOCUMENTATION.	D. 51

DOCUMENTATION.

Les analyses suivantes se rapportent à des articles parus dans les périodiques français et étrangers reçus par le Service d'études et de recherches techniques de l'administration des Postes et Télégraphes : elles sont rédigées par des fonctionnaires de ce service et signées de leurs initiales. Elles sont imprimées avec une pagination spéciale et sur un seul côté des feuillets de façon que l'on puisse, soit les relier à part, soit les découper pour en constituer un répertoire par fiches. Dans ce dernier cas, le classement en sera facilité par les nombres inscrits en tête des analyses, qui correspondent au classement décimal dont nous avons publié la table dans le numéro de janvier dernier.

36. La télégraphie multiplex par courants de fréquences audibles (télégraphie harmonique) (A. Pagès, *Onde électrique*, mars 1928). — L'auteur expose la théorie et la réalisation du système qu'il a mis au point pour la S.E.L.T., et donne la description de l'installation à six fréquences qui est en service sur une paire du câble Paris—le Havre. J.-H.G.

37 et 65. Quelques procédés d'amplification des courants photo-électriques et applications à l'émission des bellinogrammes (M.-P. Toulon, *Onde électrique*, février 1928). — Etude détaillée des propriétés et construction des cellules photo-électriques au potassium. Caractéristiques des cellules. Montages amplificateurs pour éclairage constant et éclairage interrompu à 500 périodes par seconde. Application à la transmission des images. J.-H. G.

42. Equilibreurs de lignes et impédances terminales (A.G. Warren, *Journal of I.E.E.*, juin 1928). — L'auteur indique une méthode pour déterminer une impédance qui équilibre une ligne pupinisée pour une large bande de fréquences (emploi des lignes pour la transmission de la musique). Il montre que, s'il n'est pas nécessaire d'équilibrer la ligne, on peut déterminer des réseaux d'impédance terminaux dont l'effet est de réduire la distorsion : il n'est d'ailleurs pas possible, en pratique, de donner de solution parfaite du problème. Toutefois, l'emploi des dispositifs considérés permet d'élargir considérablement la bande des fréquences transmises avec un certain degré limite de distorsion. L.-J. C.

42. Distorsion dans le cas des lignes irrégulièrement chargées (A.G. Warren, *Journal of I.E.E.*, juin 1928). — L'auteur considère une ligne pupinisée avec des bobines équidistantes, mais présentant entre elles de légères différences d'impédance. Il suppose que cette ligne est fermée sur l'impédance image de la ligne régulièrement chargée, dont les bobines auraient pour impédance l'impédance moyenne de la ligne considérée. Il donne alors l'expression générale approchée de l'impédance véritable de la ligne et de sa constante de transmission. Il montre que l'effet d'une irrégularité se fait sentir à l'une des extrémités de la ligne, d'autant plus que l'irrégularité est plus rapprochée : la distorsion est d'autant plus marquée que la fréquence s'approche de la fréquence de coupure. Ainsi, les circuits destinés à transmettre de larges bandes de fréquence (circuits destinés à la transmission de la musique) demandent un soin particulier dans leur établissement. On doit principalement s'attacher à réduire les irrégularités à proximité de l'extrémité transmettrice, et, dans le cas d'une ligne équipée avec des répéteurs, dans toutes les sections de la ligne qui suivent un répéteur. A ce point de vue, il paraîtrait désirable de réduire au minimum le nombre des répéteurs nécessaires. L.-J. C.

43. Résultats des plus récents essais sur les circuits à deux fils munis de répéteurs (Willy Weimischke, *T.F.T.*, mai 1928). — L'exploitation par circuits à deux fils, qui, dans les limites fixées par des raisons techniques, est beaucoup plus économique

Apprenez à
PARLER L'ANGLAIS, L'ESPAGNOL
 PAR LA CORRESPONDANCE

rapidement, aisément, à peu de frais par la Méthode

“ BERLITZ CHEZ SOI ”

(B. C. S.)

APPLICATION RATIONNELLE DE LA MÉTHODE BERLITZ
 A L'ENSEIGNEMENT DES LANGUES PAR LA CORRESPONDANCE

Depuis 50 ans, les **Ecoles Berlitz**, répandues dans le monde entier, se sont spécialisées dans l'*Enseignement des langues vivantes* et y ont acquis une expérience incomparable. La direction des Ecoles Berlitz a voulu faire bénéficier de cette expérience tous ceux qui désirent apprendre pratiquement les Langues et ne peuvent fréquenter une école Berlitz. Elle a créé la méthode **Berlitz chez soi** dont le succès a été tout de suite très grand parce qu'elle donne des résultats pratiques étonnamment rapides.

Les cours de Langues par T. S. F. donnés au Studio de l'Ecole Supérieure des P. T. T. sont faits par les professeurs de l'Ecole Berlitz.

Pour tous renseignements, s'adresser au Directeur de l'Ecole Berlitz à Paris, 31, boulevard des Italiens.

Les **Ecoles Berlitz** de Marseille, Barcelone, Bruxelles font également des cours par T. S. F.

Demandez la notice B. C. S. et T. S. F. franco

à L'ÉCOLE BERLITZ

31, Boulevard des Italiens, PARIS

LEÇONS A L'ÉCOLE, A DOMICILE,
 PAR CORRESPONDANCE, PAR T.S.F.

Bureau de Traductions. Spécialité : Traductions techniques en toutes langues

que l'exploitation par circuits à quatre fils, a pu, dans ces dernières années, être considérablement étendue grâce aux progrès de la technique des câbles et des répéteurs. L'auteur expose dans cet article les résultats des essais effectués dans ce but en Allemagne en 1925, en 1926 et en 1927. P. M.

43. Les véhicules automobiles dans le service des lignes du réseau du Grand-Berlin (L. Litzinger, *T. F. T.*, mai 1928). — L'auteur expose les résultats déjà obtenus par la motorisation des services de construction de lignes. Il étudie successivement :

le service d'une équipe automobile de pose de câbles principaux avec les véhicules appropriés : treuils mécaniques, chariots porte-bobines à un seul essieu et voitures d'équipes, remorqués par tracteurs automobiles.

le service de transport des appareils au domicile des abonnés dans des voitures automobiles spéciales munies de casiers,

le service de relève des dérangements sur les câbles de réseau, pourvu de remorques contenant les instruments de mesures nécessaires, l'outillage et les accessoires,

le service d'entretien des câbles interurbains, muni de voitures automotrices contenant les installations de mesure et l'outillage,

le service d'approvisionnement des magasins divisionnaires, assuré par des camions de deux tonnes,

le service des soudeurs, pourvu de voitures spéciales remorquées par des tracteurs automobiles.

D'autre part, on projette l'emploi de chariots électriques pour les équipes s'occupant de l'entretien des chambres de câbles, de l'installation des entrées de poste et de la construction des circuits en toiture ou en façade.

L'auteur examine enfin les répercussions de la motorisation sur le rendement du personnel. En particulier, en ce qui concerne la pose des câbles principaux, l'exploitation mécanique entraîne une économie d'environ 10 % sur l'exploitation ancienne supposée ramenée au même rendement. P. M.

43. Sur le déséquilibre de capacité dans les câbles téléphoniques sans utilisation du circuit fantôme (K. Dohmen et G. Pleuger, *T. F. T.*, juin 1928). — Le déséquilibre de capacité entre les deux paires d'une même quarte peut être corrigé dans une courte section par l'introduction d'une capacité supplémentaire entre l'un des fils d'une paire et l'un des fils de l'autre paire. Si l'on considère deux sections ainsi équilibrées séparé-

ment, l'ensemble présentera cependant un déséquilibre de capacité entre paires. Un récent brevet permet d'éviter ce déséquilibre en introduisant deux capacités sur chacune des sections considérées. Toutefois ce mode d'équilibrage, plus coûteux et plus long, n'est pas nécessaire ; il suffit de choisir convenablement, par un des procédés indiqués dans l'article, les deux fils de la quarte entre lesquels on introduit la capacité supplémentaire.

P. M.

43. Une machine automatique pour la pose des câbles souterrains (J. J. T., *Telegraph and Telephone Journal*, juin 1928). — Description et photographies d'une machine qui effectue simultanément et automatiquement toutes les opérations nécessitées par la pose d'un câble souterrain, c'est-à-dire :

1° creuse une tranchée d'environ 40 cm de largeur et 1 m,70 de profondeur,

2° pose le câble au fond de cette tranchée,

3° comble la tranchée après la mise en place du câble,

4° comprime la terre meuble et l'égalise de nouveau.

La vitesse d'avancement, dans un sol de consistance moyenne, est de l'ordre de 100 mètres à l'heure. L'ensemble de la machine est manœuvré par un mécanicien et trois ou quatre aides. Les constructeurs affirment que cette machine peut fonctionner quelle que soit la nature du sol, sauf lorsqu'il s'agit de roche compacte.

J.-H. G.

44. Note sur le poste administratif de 1526 à combiné (*Annales P. T. T.*, juin 1928).

53. Applications nouvelles des lampes à quatre électrodes (B. Decaux, *Orde électrique*, mars 1928). — Description de montages nouveaux permettant la réduction de la tension de plaque dans les amplificateurs, de montages réflexes (amplification H.F. et B.F., radio-modulateur), montages à réaction, oscillations de relaxation, etc...

J.-H. G.

53. La valve K.L.I. Avantages des valves à cathode chauffée indirectement (Sohnemann, *Zeitschrift für Fernmeldetechnik*, 29 juin 1928). — Voy. *Annales P. T. T.*, septembre 1928.

54. Stabilisateurs de fréquence piézo-électriques pour émetteurs d'ondes courtes (J. Jammet, *Onde électrique*, janvier 1928). — Rappel des propriétés piézo-électriques du quartz. Description d'un stabilisateur pour émetteur de 250 watts et 50 mètres de longueur d'onde.

Le quartz ne pouvant fournir avec sécurité qu'une puissance de 6 à 7 watts et une longueur d'onde minimum de 100 mètres, l'émetteur comporte un oscillateur pilote à faible puissance stabilisé sur 100 mètres de longueur d'onde par un quartz placé sur la grille. Le pilote est suivi d'un étage de 20 watts dont la grille est très fortement polarisée, et le circuit de plaque accordé sur 50 mètres. Cet étage joue ainsi le rôle de multiplicateur de fréquence. Il est enfin suivi d'un étage portant la puissance oscillante à 250 watts sous 50 mètres. La manipulation se fait sur la grille de la dernière lampe en supprimant la batterie de polarisation pendant les blancs. J.-H. G.

54 et 72. **Quelques modes particuliers de vibration des quartz piézo-électriques** (R. Jouaust, *Onde électrique*, mars 1928). — Etude des vibrations de flexion et de torsion d'un quartz piézo-électrique soumis à l'action de plusieurs électrodes. J.-H. G.

54. **L'établissement et la distribution de stations de radio-diffusion en vue d'un service national** (P. P. Eckersley, *Journ. Inst. Electr. Eng.*, mai 1928). — Article considérable et très documenté par l'ingénieur en chef de la B.B.C., et qu'il est impossible de résumer. P.L.C.

55. **Sur l'interprétation des résultats expérimentaux relatifs aux propriétés des gaz ionisés** (H. Gutton, *Onde électrique*, janvier 1928). — Discussion des résultats donnés dans l'article du même auteur dans l'*Onde électrique* d'avril 1927. Cette étude montre que, pour de fortes ionisations, les actions mutuelles entre ions ne sont pas négligeables et la diminution de la constante diélectrique n'est plus proportionnelle à l'ionisation. Cette divergence de la loi d'Eccles est d'autant plus grande que la longueur d'onde est plus grande et il faut en tenir compte dans l'étude de la propagation des ondes dans la haute atmosphère. J.-H. G.

56. **Le radio-compas et la navigation aérienne** (P. Franck, *Onde électrique*, mars 1928). — Etude des divers modes d'emploi du radio-compas par les avions, et discussion des écarts de route possibles que ces méthodes peuvent permettre. La conclusion est que le radio-compas est un instrument précieux, bien supérieur, pour la navigation aérienne, au compas magnétique, mais qu'il nécessite encore beaucoup de perfectionnements, d'ordres radioélectrique et mécanique, avant de pouvoir être adopté couramment. J.-H. G.

61. **Comment les atomes peuvent-ils rayonner ?** (H.-A. Lorentz, *Journ. Frankl. Inst.*, avril 1928). — Une des dernières conférences faites par le grand physicien hollandais. Exposé, très simple et clair, de la manière dont les quanta d'énergie d'une part, les orbites stables d'autre part, ont été introduits par Planck et Bohr et permettent de retrouver les lois de distribution des raies spectrales. P.L.C.

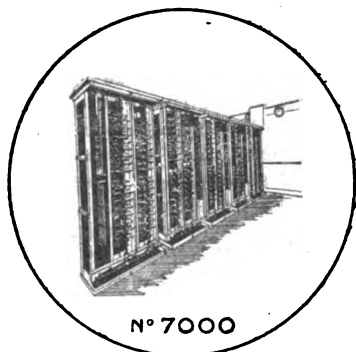
61. **Les électrons sont-ils des ondes ?** (C. J. Davisson, *Journ. Frankl. Inst.*, mai 1928). — Exposé, sous forme de conférence, des expériences de l'auteur et du *dr* Germer sur la réflexion d'un faisceau d'électrons sur un cristal de nickel. Les électrons incidents se réfléchissent suivant la loi classique ; — ils ne se réfléchissent suivant aucune direction privilégiée s'ils tombent sur une plaque de nickel au lieu d'un cristal unique ; — ils donnent lieu aussi à des rayons diffractés fonctions des différents réseaux que l'on peut tracer dans le cristal, mais les azimuts de sortie, différents de ceux qui tournaient les rayons X, obligent à supprimer au cristal un indice de réfraction différent de l'unité pour ces électrons. La concordance expérimentale avec l'hypothèse de départ de Broglie est indiquée. P.L.C.

65 et 37. **Quelques procédés d'amplification des courants photo-électriques et applications à l'émission des heliogrammes** (M. P. Toulon, *Onde électrique*, février 1928). — Voy. sous le numéro 37.

65. **Rapports annuels sur les progrès dans la technique de l'éclairage** (*Bulletin de la Société française des électriciens*, juin 1928). — A l'exemple de l'Illuminating Engineering Society des Etats-Unis, la 2^e section de la Société française des électriciens a décidé de publier chaque année un résumé des progrès réalisés pendant l'année précédente dans les diverses branches de la technique de l'éclairage.

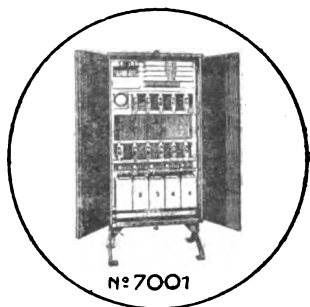
Sommaire : 1° Lampes à arc (Leblanc) ; 2° Lampes à incandescence (Maisonneuve) ; 3° Projecteurs et phares (Marsat) ; 4° L'éclairage des rues par l'électricité en France en 1927 (Desarces) ; 5° Les systèmes d'éclairage intérieur (Wetzel) ; 6° Les méthodes de calcul des éclaircissements (Wetzel) ; 7° Les progrès de l'optique physiologique (*dr* Couvreur) ; 8° L'action thérapeutique de la lumière (*dr* Saidman) ; 9° Applications biologiques de la lumière (Leblanc) ; 10° L'éclairage des scènes de prise de films (Leblanc) ; 11° Progrès réalisés dans la technique de l'enseigne lumineuse (Fonsèque).

INSTALLEZ LE téléphone automatique



N° 7000

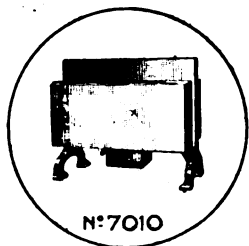
Nous construisons
4 Modèles de
commutateurs
automatiques :



N° 7001

N° 7010 - jusqu'à 20 lignes
N° 7001 - jusqu'à 70 lignes
N° 7000 - de 100 à 400 lignes.
N° 7BMSS - de 300 à 900 lignes.

Nous envoyons gratuitement sur
demande tous renseignements



N° 7010



"Le Matériel Téléphonique"

Société Anonyme au Capital de 150.000.000 de francs

46 AVENUE DE BRETEUIL PARIS (VII^e)

67. **L'examen microscopique des matériaux isolants employés en électricité** (M.A.B. Everest, *Engineering*, 18 mai 1928). — L'auteur publie le résultat de ses observations à ce sujet. Elles portent particulièrement sur les papiers isolants, les tissus vernissés et la fibre vulcanisée. Dans le premier cas, on prélève un échantillon, qu'on désagrège éventuellement par l'ébullition; l'article donne des images agrandies de la pulpe de déchets de coton, de la pulpe de bois, qui peut être obtenue par un traitement mécanique ou chimique. Dans les autres cas, on examine le produit, autant que possible par transparence avec un éclairage approprié; on prépare ensuite des sections minces. Quelques photographies donnant des exemples de résultats observés. **LE GÉNIE CIVIL.**

67. **Méthode pratique pour l'essai des vernis** (M. A. Vila, *Recherches et inventions*, juin 1928). — Analyse de la brochure n° 103 du 5 octobre 1927 du Bureau of standards du département du Commerce des Etats-Unis. Les essais décrits dans cet article sont appliqués aux marchés passés pour le compte des administrations publiques américaines pour la fourniture des vernis gras, solutions de gommés végétales dans l'huile de lin, diluées pour l'emploi avec des liquides volatils tels qu'essence de térébenthine ou carbures d'hydrogène provenant de la rectification des huiles de houille ou de naphte. **P.M.**

72 et 54. **Quelques modes particuliers de vibration des quartz piézo-électriques** (R. Jouaust, *Onde électrique*, mars 1928). — Voy. sous le numéro 54.

72. **Les progrès de la physique américaine dans les dix dernières années** (K. Parrow et M. Boll, *La science et la Vie*, juin 1928). — Voy. *Annales P.T.T.*, octobre 1928).

74. **La détermination photo-élastique de la distribution des tensions intérieures** (E.C. Coker, *Technique moderne*, 15 février 1928). — Important article exposant, avec de nombreux détails, les tout derniers résultats obtenus par l'application de la méthode photo-élastique. **R.H.**

83. **L'action des eaux pures sur les éléments prompts** (Colonel Mourra, *Génie civil*, 4 février 1928). — Observations sur un article précédemment paru, de M. Rengade. **R.H.**

87. **Calcul des appareils magnétiques**. **Diagramme général** (R.V. Picou, *R.G.E.*, 11 février 1928). — L'auteur expose une méthode qui permet d'approfondir le calcul des appareils magnétiques, connaissant la

perméance aérienne d'un aimant. La considération du « phénomène de recul » et l'analogie avec le phénomène de l'armement d'un aimant conduisent l'auteur à proposer un diagramme général, applicable à tous les appareils magnétiques, grâce auquel on peut prévoir les conditions de fonctionnement d'un aimant connu ou calculer les modifications à apporter aux pièces d'un circuit magnétique à établir. L'auteur examine la détermination du circuit utile, du circuit de fuites, des caractéristiques des circuits extérieurs. Il construit le diagramme général et peut ainsi étudier le maximum d'action de l'aimant, le meilleur entrefer convenant à un aimant donné et le meilleur aimant possédant un circuit utile donné. Il applique ces considérations au calcul de l'aimant d'un galvanomètre à cadre mobile et envisage les nombreuses autres applications possibles. Le sujet est plus amplement développé par M. Picou dans son ouvrage *Les aimants, leur calcul et la technique de leurs applications* (Dunod, éd.). **J.-H. G.**

89. **Les systèmes français modernes d'horloges électriques comparés aux systèmes allemands** (I. Wülgut, *E.T.Z.*, 9 février 1928). — Dans cette étude, on compare les systèmes français et allemands d'installations horaires modernes à commande électrique. L'évolution suivie en France et en Allemagne par l'industrie des horloges électriques a tout d'abord été identique dans les deux pays; mais elle s'est profondément différenciée au cours de ces dix dernières années. Tandis que la France marquait sa préférence pour des horloges distinctes, actionnées par un pendule électrique, et réglées en liaison avec des installations horaires de faible importance, l'Allemagne transformait cette industrie d'après un système suivant lequel une foule d'installations sont commandées à partir d'un poste central. On décrit en peu de mots les divers types d'horloges secondaires construits jusqu'à ce jour dans les deux pays, et les horloges principales ou horloges-mères qui les commandent, ainsi que les sources de courant nécessaires à leur fonctionnement. Pour terminer, on décrit le système imaginé et mis au point par le général Ferrié et M. Jouaust, et qui est basé sur l'application des cellules photo-électriques à l'observation et à l'impulsion des horloges à mouvement pendulaire. **J.-H. G.**

91. **Les inventions dues à des employés** (*Annales P.T.T.*, juin 1928, d'après une étude de A. Schwabe parue dans *T.F.T.*, janvier 1928).

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES.

- LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE**, 3, rue Thénard, Paris (5^e).
CONSTRUCTION DES LIGNES AÉRIENNES (1) par E. PICAULT, ingénieur en chef des P.T.T. (2^e éd., 1 vol. autogr., de 350 p., et 183 fig.)..... 25 fr.
CONSTRUCTION DE LIGNES SOUTERRAINES (1), par E. PICAULT, ingénieur en chef des P.T.T. (2^e éd., 1 vol. autogr., de 346 p., 153 fig. et 17 pl.)... 3 fr.
COURS DE PROTECTION DES LIGNES télégraphiques et téléphoniques contre les lignes d'énergie (1), par E. PICAULT, ingénieur en chef des P.T.T. (1 vol. autogr., de 493 p., 65 fig. et 2 pl.)..... 35 fr.
COURS D'INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES, par MILON, ingénieur en chef des P.T.T. (2^e éd., 1 vol. typogr., de 460 p., 294 fig., 15 pl.)..... 45 fr.
COURS D'EXPLOITATION TÉLÉGRAPHIQUE (1), par L. RAYNAL, ingénieur en chef des P.T.T. (1 vol. autogr. de 175 p.)..... 18 fr.
PRINCIPES GÉNÉRAUX D'EXPLOITATION TÉLÉPHONIQUE (1), par MILON, ingénieur en chef des P.T.T. (2^e éd., 1 vol. autogr., de 272 p. et 20 fig.)... 1 fr.
TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SANS FIL (1), par VEAUX, ingénieur en chef des P.T.T., (1 vol. typogr. de 320 p. et 362 fig.)..... *(En réimpression)*
COURS SUR L'ORGANISATION ET LE CONTRÔLE DE L'EXPLOITATION DES BUREAUX TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES (1), par LEVEAU, chef de bureau téléphonique hors classe breveté, (1 vol. autogr., de 190 p.)..... 18 fr.
COURS D'EXPLOITATION POSTALE par FERRIERE chef de bureau des P.T.T. (2 vol. typogr. de 241 et 306 p.)..... 40 fr.
COURS DE COMPTABILITÉ et de droit budgétaire (1), par FERET DU LONGBOIS directeur au ministère des Finances (1 vol. typogr., 3^e éd., 156 p.)..... 15 fr.
CONFÉRENCES DE COMPTABILITÉ Industrielle et commerciale, par G. VALENSI ingénieur en chef des P.T.T. (1 vol. autogr. de 276 p.)..... 18 fr.
COURS DE MACHINES (1), par M. SAUVAGE, inspecteur général des Mines (1 vol. autogr., 207 p., 70 fig.)..... 15 fr.
COMPLÉMENTS DE MATHÉMATIQUES (1), par B. COLLIN, agrégé de l'Université, professeur au lycée Saint-Louis et à l'Ecole supérieure des P. T. T. (1 vol. autogr. de 84 p.)..... 7 fr.
COURS ÉLÉMENTAIRE DE TÉLÉPHONIE (2), par Louis GRELAUD, contrôleur principal des P.T.T. (2^e éd., 1 vol. autogr., de 180 p. et 127 fig.)..... 22 fr.
COURS D'ÉLECTRICITÉ (2) (Application à la téléphonie et à la télégraphie à l'usage des agents mécaniciens et du Personnel des P. T. T.), par Ch. SUCHET, ingénieur des P.T.T., (2 vol. de 299 p. et 243 p.)..... Tome I, 30 fr.; Tome II, 22 fr.
COURS DE MULTIPLES TÉLÉPHONIQUES (2) (à l'usage des agents mécaniciens, et du Personnel des P. T. T.), par Paul JOLY, ingénieur en chef des P.T.T. 1 vol. autogr., 357 p., 147 fig. et un atlas de 70 pl.)..... 60 fr.
COURS DE TÉLÉPHONIE AUTOMATIQUE (2) (à l'usage des agents mécaniciens et du Personnel des P. T. T.), par Ch. PETIT, ingénieur en chef des P.T.T. (2 vol.)
 Livre I (415 pages, 162 fig. et 39 pl. hors-texte) 55 fr.
 Livre II *(en impression)*
MANUEL DE L'OUVRIER des lignes aériennes télégraphiques et téléphoniques, par L. DROUET, ingénieur en chef des P.T.T. (3^e éd., 1 vol. typogr. 13 x 18, de 254 p. et 158 fig.)..... 18 fr.

(1) Cours professé à l'Ecole Supérieure des Postes et Télégraphes.

(2) Cours professionnels.

RADIOFOTOS H.F.**Caractéristiques**

Chauffage 4v - 0.06 ampère
Tension plaque: 20 à 80v
Courant de saturation 12 mA en
Coefficient d'amp. 20 à 25
Résistance int. 120 000 ohms en

Prix: 37'50

LAMPES**BASSE FRÉQUENCE FOTOS B.F.1****Caractéristiques**

Chauffage 3.8 à 4v - 0.12 ampère
Tension plaque 40 à 100 v
Courant de saturation 30 à 35 mA
Coefficient d'amp. 6 à 7
Résistance int. 7000 ohms

Prix: 40'

FOTOS

Une lampe étudiée pour chaque besoin

**BIGRILLE OSCILLATRICE**

Spéciale pour chaînes de fréquence
Permet d'utiliser la même tension plaque
que pour les autres lampes.
Caractéristiques:
Chauffage 3.8 à 4v - 0.07 ampère
Courant de saturation 12 à 15 mA
Tension plaque: 20 à 80 volts
Coeffic. d'amp. normal: 5 broches
Cable 4 br. et borne suppl.
sur demande

Prix: 40'

RADIOFOTOS M.F

Spéciale pour amplification moyenne fréquence
Donne des résultats incomparables

Caractéristiques

Chauffage 4v - 0.07 ampère - Tens. plaque 80v
Courant de saturation 12 mA en
Coefficient d'amp. 18 à 20
Résistance int. 30 000 ohms en

Prix: 37'50

RADIOFOTOS DETECTRICE D

Spéciale pour détecter et amplifier dans
l'enceinte d'un appareil la puissance d'un
signal à 100 v et au-dessus sur le détecteur

Caractéristiques:
Chauffage 4v - 0.07 ampère - Tens. plaque 80v
Courant de saturation 12 mA en
Coefficient d'amp. normal: 5 broches
Assistance int. et câble suppl.

Prix: 37'50

FABRICATION GRAMMONT

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES.

(Suite)

- COURS DE T. S. F.** (à l'usage des commis des P. T. T. destinés au service de T. S. F.), par VEAUX, ingénieur en chef des P. T. T. (1 vol. typogr. de 366 p., 351 fig. et 6 pl.)..... 35 fr.
- INSTRUCTION SUR LA CONSTRUCTION et l'entretien des lignes aériennes.** (1927) (1 vol. relié, de 344 p., 100 fig. dont 1 pl. hors texte), 3^e éd..... 18 fr.
- INSTRUCTION PROVISOIRE SUR LA CONSTRUCTION et l'entretien des lignes souterraines** (1924) (1 vol. relié, de 260 p., 122 fig.)..... 22 fr.
- INSTRUCTION SUR LA COMBINAISON DES CIRCUITS et leur appropriation à la télégraphie et à la téléphonie simultanées.** (1921) (1 plaquette reliée de 26 p., 20 fig. et 2 pl. hors texte), 2^e éd..... 4 fr. 50.
- INSTRUCTION SUR LA PROTECTION des installations télégraphiques et téléphoniques de l'Etat contre les courants industriels** (1918) (1 vol. relié, de 140 p.)..... 8 fr.
- INSTRUCTION SUR LES ESSAIS et mesures électriques et le relèvement des dérangements de lignes et de postes** (1927) (1 vol. relié, de 188 p. et 42 fig.) 3^e éd..... 12 fr.
- INSTRUCTION SUR L'INSTALLATION et l'entretien des postes téléphoniques d'abonnés** (1921) (1 vol. relié, de 64 p. et 22 fig. dont 7 pl.), 2^e éd..... 7 fr.
- INSTRUCTION SUR L'INSTALLATION des bureaux télégraphiques principaux** (1919) (1 vol. relié, de 86 p., 64 fig. dont 33 pl.)..... 10 fr.
- INSTRUCTION SUR L'INSTALLATION de l'éclairage électrique à l'intérieur des locaux** (1910) (1 vol. relié, de 74 p., 32 fig. dont 3 pl. hors texte). (*En réimpression.*)
- INSTRUCTION SUR L'ENTRETIEN et le réglage des appareils télégraphiques** (1920) (1 vol. relié, de 154 p. et 39 fig.)..... *En réimpression.*
- LA TECHNIQUE TÉLÉGRAPHIQUE EN FRANCE depuis l'origine**, par R. MONTORRIOL, inspecteur des P. T. T. (1 vol. typogr., de 240 pages, 113 fig. et 21 portraits hors texte). 4 fr.
- LA POSTE MILITAIRE EN FRANCE (Campagne 1914-1919)**, par A. MARTY, inspecteur général des P. T. T., chargé de la Poste militaire aux armées au Grand Quartier Général (1 vol. 16 × 25 de 139 p.)..... 9 fr.
- CONDITIONS D'INSTALLATION des bureaux de poste, de Télégraphe et téléphone** (une plaquette 13 × 18 de 47 p.)..... 2 fr. 50.

GAUTHIER-VILLARS, 55, Quai des Grands-Augustins, Paris (6^e) :

DE LA PROPAGATION DU COURANT TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE
(THE PROPAGATION OF THE ELECTRIC CURRENTS, par J.-A. FLEMING) :
traduit de l'anglais par RAVUT, ingénieur des P. T. T. (1913). — 1 vol. 32 fr.

COURS D'ÉLECTRICITÉ THÉORIQUE (1), par POMEY, inspecteur général des P. T. T. (1914). — 2 vol. Tome I..... 36 fr.
Tome II sous presse.

INTRODUCTION A LA THÉORIE DES COURANTS TÉLÉPHONiques ET DE LA RADIODÉLÉGRAPHIE, par POMEY, inspecteur général des P. T. T. (1920) 60 fr.

ANALOGIES MÉCANIQUES DE L'ÉLECTRICITÉ, par POMEY, inspecteur général des P. T. T. (1921)..... 20 fr.

RADIODÉLÉGRAPHIE, RADIODÉLÉPHONIE, RADIO-CONCERTS, par E. REYNAUD-BONIN, ingénieur en chef des P. T. T. — 1 vol. 15 fr.

LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES (L.T.T.)

Société Anonyme au Capital de 25.000.000 de francs

R. G. Versailles — 14.148

Siège Social et Usines : CONFLANS-SAINTE-HONORINE (Seine-et-Oise)
Services Techniques : 26, rue de la Pépinière, PARIS

ÉTUDE, INSTALLATION ET ENTRETIEN

DE

Lignes télégraphiques et téléphoniques aériennes

ÉTUDE, FABRICATION, INSTALLATION, ENTRETIEN

DE

**CABLES TÉLÉGRAPHIQUES & TÉLÉPHONIQUES
A GRANDE DISTANCE**

CABLES A PAIRES COMBINABLES

CABLES KRARUPISÉS

CABLES SOUS PLOMB ET CABLES ARMÉS

CABLES SOUS-MARINS

Bobines Pupin — Matériel de stations de relais

Pose de câbles aériens, souterrains et en conduites

Entretien de câbles installés

**INSTALLATIONS SPECIALES
DE CABLES
TÉLÉGRAPHIQUES
ET TÉLÉPHONIQUES
POUR CHEMINS DE FER**



**DISPOSITIFS
CONTRE L'ELECTROLYSE
ET LES
INTERFERENCES
DE LIGNES D'ENERGIE**

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES.

(Suite)

LA TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE THÉORIQUE ET APPLIQUÉE, par HILL, traduit par G. VALENSI, ingénieur des P.T.T. — 1 vol. 70 fr.

MESURES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES (1), par G. VALENSI, professeur à l'Ecole supérieure des P.T.T. (1 vol. in-8°)..... 50 fr.

Etienne CHIRON, 40, rue de Seine, Paris (6°).

L'ACOUSTIQUE TÉLÉPHONIQUE, LA TÉLÉPHONIE, LA TÉLÉGRAPHIE, par E. RAYNAUD-BONIN, Ingénieur en chef des P.T.T. — 1 vol. de 85 p. et 101 fig. ?..... 12 fr.

L'ONDE ÉLECTROMOTRICE THÉORIE ÉLÉMENTAIRE DES TRANSMISSIONS DE COURANTS ALTERNATIFS, APPLICATIONS AUX LIAISONS TÉLÉPHONIQUES, par L. AGUILLON, Ingénieur des P.T.T. — 1 vol. 24 fr.

PRINCIPE DE CALCUL VECTORIEL ET TENSORIEL (ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ, SECTION DE RADIOTÉLÉGRAPHIE), par POMEY, Inspecteur général des P.T.T. 36 fr.

J.-B. BAILLÈRE ET FILS, 19, rue Hautefeuille, Paris (6°)

APPAREILS ET INSTALLATIONS TÉLÉGRAPHIQUES (1), par E. MONTORIOL, Inspecteur des P.T.T. — 1 vol. 40 fr.

LES SYSTÈMES DE TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE, par E. MONTORIOL, Inspecteur des P.T.T. — 1 vol. 40 fr.

APPAREILS ET INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES (1), par E. REYNAUD-BONIN, Ingénieur en chef des P.T.T. — 1 vol. 50 fr.

RADIOTECHNIQUE GÉNÉRALE, par G. GUTTON, professeur à la faculté des sciences de Nancy. 1 vol. grand in-8 de 572 p. avec 303 fig. Broché : 90 fr. (ajouter 10 % pour frais d'envoi).

BERANGER, 15, rue des Saints-Pères, Paris (6°).

TRAITÉ DE TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE, par H. THOMAS, Inspecteur général honoraire des P.T.T. (1 fort volume grand in-8° de 1214, p. 939 figures, 2^e éd., revue et augmentée. Relié (2610 gr).....120 fr. — hausse 40 %

LES CABLES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES (TELEGRAPHEN UND FERNSPRECHKABEL-ANLAGEN, par STILLE); traduit de l'allemand par PICAULT, Ingénieur, et E. MONTORIOL, Inspecteur des P.T.T. (1914). — 1 vol. in-8°.....35 fr. — hausse 40 %

DUNOD, 92, rue Bonaparte, Paris (6°).

INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES, GUIDE PRATIQUE A L'USAGE DU PERSONNEL DES P.T.T. ET DES MONTEURS-ELECTRICIENS, par J. SCHILLS, directeur honoraire des P.T.T., 5^e éd., revue et mise à jour par C. CORNET, ingénieur en chef des P.T.T., (1925). — 1 vol. in-8°.....relé, 44 fr ; broché, 35 fr.

L'ALLIÉE, 15, rue Monge, Paris (5°).

LA POSTE AUX LETTRES (1), par PIGNOCHET, Chef de Bureau breveté au Service Central des P.T.T., 1 volume illustré prix d'édit. 10 fr.

Chez A. DUMAS, 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris (9°) :

Les dix premières années des **ANNALES DES P.T.T.** — L'année complète, pr. : 20 fr.

Le prix des années dont certains numéros sont épuisés sera réduit proportionnellement au nombre des numéros manquants.

(1) Cours professé à l'Ecole Supérieure des Postes et Télégraphes.

Société des Téléphones **ERICSSON**

Capital : 9.000.000 de Francs

Usines et Bureaux : Boulevard d'Achères

A COLOMBES (SEINE)

Téléph. { WAGRAM 93-58
WAGRAM 93-68

R. C. Seine n° 131.473

Télégr. { ERICSSON-
COLOMBES

~~~~~

## TOUT MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE

Batterie locale — Batterie centrale

Tableaux commutateurs  
à clés

Standards  
mixtes à fiches universelles

CENTRAUX AUTOMATIQUES DE TOUTES  
CAPACITÉS A PARTIR DE 24 POSTES

Postes spéciaux pour mines, chemins de fer, etc...

Installations complètes de multiples manuels  
ou automatiques pour réseaux de l'État

Les Téléphones Ericsson ont été classés premiers  
au Concours de 1912 de l'Administration des P.T.T.

**CASQUES, ÉCOUTEURS & HAUT-PARLEUR DE T.S.F.**

Le casque *Ericsson* a été classé premier  
au Concours de 1922 de l'Administration des P.T.T.  
et aux Expositions de T.S.F. de 1922 et 1923



# FORGES & ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE JEUMONT

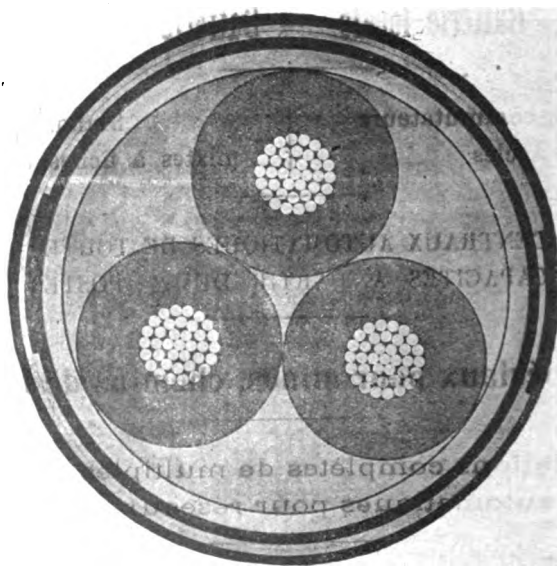
Société Anonyme au Capital de 80 Millions de Francs

Siège social : 75, Boulevard Haussmann, PARIS (8<sup>e</sup>) — R. C. Seine n° 167.217

Télégrammes :  
ELECTRICITE  
JEUMONT

DIRECTION GÉNÉRALE  
à JEUMONT (Nord)

Téléphone :  
JEUMONT 43, 36 & 66



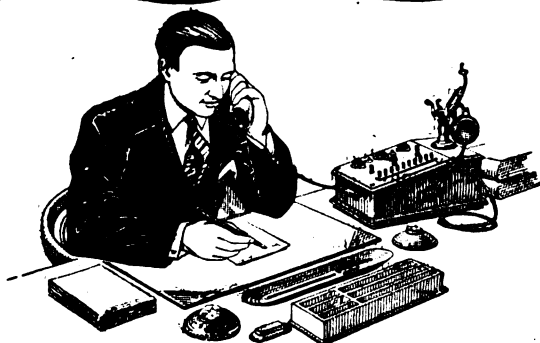
Câble isolé sur papier imprégné, sous plomb de poids 60-80-100 — 3 x 150 mm<sup>2</sup>  
pouvant transporter 25.000 Kw. — cos  $\varphi$  = 0,8

**CABLES SOUTERRAINS pour TOUTES TENSIONS**

Fils et câbles isolés au caoutchouc

Câbles téléphoniques et télégraphiques compacts  
et à circulation d'air

**CUIVRE NU — ACCESSOIRES de CANALISATIONS**



**INSTALLATIONS  
TÉLÉPHONIQUES**  
de tous genres et  
de toutes capacités

**INSTALLATION**

**ENTRETIEN**

**LOCATION**

**VENTE**



**COMPAGNIE DES TÉLÉPHONES**

Telegrammes:  
ELIHUMICRO  
— 15 — PARIS

**THOMSON-HOUSTON**

Société Anonyme — Capital: 60 Millions de Frs

254, rue de Vaugirard, PARIS (15<sup>e</sup>)

Telephone:  
SÉGUR 88 30  
" 88 33

*Notices, tarifs et renseignements franco sur demande.*

## Téléphone automatique

SYSTEME

### SIEMENS & HALSKE

Plus de 2 000.000 de lignes  
de notre fabrication sont en service  
dans le monde entier.

Installations privées à partir de 10 lignes  
jusqu'aux centraux publiques  
des plus grandes capacités.

Demandez renseignements  
et liste des installations fournies

**SIEMENS-FRANCE**

Dép<sup>t</sup> Siemens et Halske

17, rue de Surène, 17  
PARIS VIII<sup>e</sup>



Téléphone ANJOU 04-01. 2, 3



**LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE**  
**LÉON EYROLLES, ÉDITEUR**  
**3, rue Thénard, PARIS (5<sup>e</sup>)**

**BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES**  
*(Cours professionnels des P. T. T.)*

# COURS D'ÉLECTRICITÉ

**APPLICATIONS A LA TÉLÉGRAPHIE ET A LA TÉLÉPHONIE**

**À l'usage des agents mécaniciens et du personnel des P. T. T.**

Par **Ch. SUCHET,**

**Ingénieur des Postes et Télégraphes**

**chargé de la direction des Cours d'Agents Mécaniciens et de Monteurs des P. T. T.**

**LIVRE I. — Etude du courant — Magnétisme — Electrostatique. 1 vol.**  
de 364 pages, illustré de 295 figures. Prix : 30 francs.

**LIVRE II. — Machines génératrices et motrices — Courants alternatifs.**  
Prix : 22 francs.

**SOCIÉTÉ FRANÇAISE  
ARGENTEUIL (S.-&-O.)**

R. C. : VERSAILLES 6487

# GARDY



**TÊTE DE CABLE  
N° 10675**

*Vue montrant  
les 2 bornes de connexion  
des conducteurs*

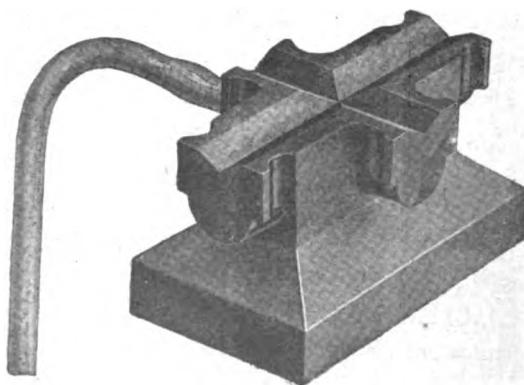
## TÊTES DE CABLE

**EN MATIÈRE MOULÉE**

**POUR CABLES A DEUX CONDUCTEURS  
PERMETTANT LE RACCORDEMENT  
DES LIGNES TÉLÉPHONIQUES  
AUX POSTES D'ABONNÉS**

**TÊTE DE CABLE  
N° 10675**

*Vue montrant  
les rainures destinées  
à la fixation sur consoles*



**MARQUE**



**DÉPOSÉE**

**AMATEURS!...**

**T**. *élégraphie* **S**. *ans* **F**. *it*  
*éléphonie*

• Tout pour les amateurs  
 et rien que pour les amateurs

\*\*\*\*\*

Postes complets — Pièces détachées

\*\*\*\*\*

# Grand Bazar de l'Hôtel-de-Ville

Le rayon d'électricité le meilleur marché

Seine 94.704

RUE DE RIVOLI PARIS

## PILE FERY | PILE SÈCHE GGP

à dépolarisation par l'air

SONNERIES, TÉLÉPHONES, PENDULES, T.S.F., ETC.

Un zinc et une charge durent :

TENSION-PLAQUE  
 4 lampes (B° OOS) **750** heures

TENSION-PLAQUE  
 6 lampes (B° OS) **1.500** heures

CHAUFFAGE DIRECT  
 Sans accus (Pile SUPER 3) **1.000** heures

Durée d'écoute :

TENSION-PLAQUE  
 3 lampes (B° 32-71) **1.600** heures

TENSION-PLAQUE  
 6 lampes (B° 32-71) **800** heures

CH. DES FILAMENTS  
 4 lampes (B° 4-63) **800** heures

ETABLISSEMENTS **GAIFFE-GALLOT & PILON**

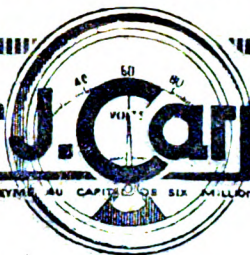
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 12.000.000 DE FRANCS

24, Rue Casimir-Perier — PARIS (7° arrond.)

R. C. SEINE 70-761



# Atelier J. Carpentier



SIÈGE SOCIAL  
20, RUE DELAMBRE, 20  
PARIS-XIV\*

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE SIX MILLIONS DE FRANCS

TÉLÉPH. : SÉCUR 05-65  
ADR. TÉLÉGRAPHIQUE :  
RUHMKORFF-PARIS

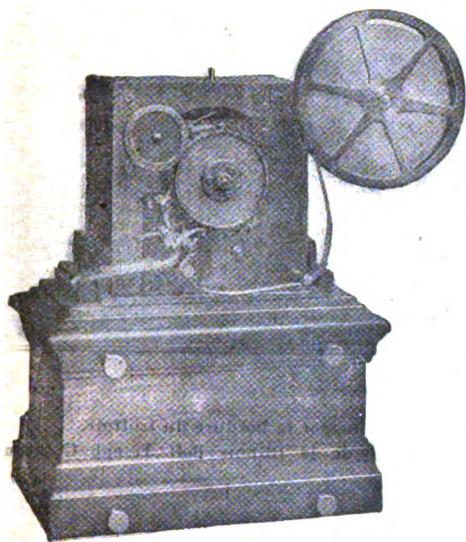
## APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES

### Système BAUDOT

Imaginé par un Ingénieur français, E. Baudot, étudié dès 1879 et réalisé de toutes pièces sous sa forme définitive par un constructeur français, J. Carpentier, remarquablement mis en œuvre par le personnel des Télégraphes français, le système Baudot n'a cessé de recevoir, depuis son entrée en ligne, les plus utiles perfectionnements.

Desservant presque exclusivement le réseau national il a conquis une bonne part des réseaux européens et achève de se répandre dans le monde entier.

Il répond aux besoins les plus variés et se prête aux combinaisons les plus complexes : Postes doubles, quadruples, sextuples, montage en duplex, translation, retransmission, transmission automatique par bandes perforées avec manipulation par clavier alphabétique.



Traducteur Baudot.

## APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES

### Système MORKUM

Ces appareils sont dérivés du système Baudot : certains d'entre eux présentent pour les transmissions automatiques des dispositifs très perfectionnés ; d'autres se prêtent à des applications variées : le **TÉLÉTYPE** par exemple est une véritable machine à écrire à distance, s'adaptant aux besoins de correspondance rapide du commerce, de l'industrie, des administrations et des particuliers.



Télétype

APPAREILS DE MESURES ÉLECTRIQUES  
INDUSTRIELS ET DE PRÉCISION  
APPAREILS D'OPTIQUE  
APPAREILS DE GÉODÉSIE  
MÉCANIQUE GÉNÉRALE

R. C. Seine n° 207.238.B





## TRADUCTION

NOTICE. — Sortant sans faire d'excavation, ni endommager la bordure du trottoir.

EXTRACTION d'un poteau standard par une équipe de la Illinois Bell Teleph Co et un cric Simplex n° 329.

Economisant la main-d'œuvre horaire.

# "SIMPLEX" CRIC

## POUR EXTRACTION ET REDRESSEMENT DES POTEAUX

Aucun entraînement nécessaire pour la manœuvre. Ce cric permet d'arracher du sol en moins de 8 minutes les poteaux enracinés à 5 mètres 50 de profondeur. Réalisera en peu de temps une Économie de Main-d'Œuvre supérieure à son Prix d'Achat.

# CRIC "SIMPLEX"

pour LEVAGE des BOBINES à CABLE  
LE CRIC « SIMPLEX » EST UTILISÉ PAR LES  
SERVICES TECHNIQUES DE L'ADMINISTRATION  
FRANÇAISE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

SOCIÉTÉ ANONYME

# LIDGERWOOD

114, Faubourg Poissonnière, 114

Téléph. : Trud. 52-77

PARIS (X°)

Adr. tél. : Lidgerwood Paris



# Société Alsacienne de Constructions Mécaniques

*Société anonyme au capital de 114.750.000 francs*

Usines à : MULHOUSE (Ht-Rhin), GRAFFENSTADEN (Bas-Rhin), CLICHY (Seine)  
Câblerie à CLICHY (Seine)

Maison à PARIS, 32, rue de Lisbonne (8<sup>e</sup>)

Agences à :

BORDEAUX, 15, c<sup>o</sup> Georges-Clémenceau.

EPINAL { 12, rue de la Préfecture.  
19, rue de la Gare (Textile).

LILLE { 61, rue de Tour ai

16, rue Faldherbe (Textile).

LYON, 13, rue Grillee.



MARSEILLE, 148, rue Paradis.

NANCY, 21, rue Saint-Dizier.

NANTES, 7, rue Racine,

ROUEN, 7, rue de Fontenelle

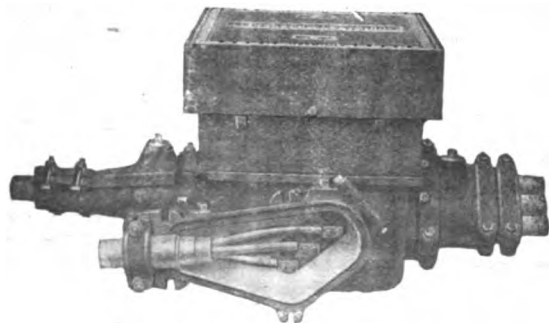
STRASBOURG, 36, rue Saint-Gothard

TOULOUSE, 21, rue Lafayette.



## FILS ET CABLES POUR L'ÉLECTRICITÉ

Fils et câbles nus et isolés. — Câbles sous plomb armés pour haute et basse tension. — Câbles télégraphiques et téléphoniques avec isolement en caoutchouc ou à circulation d'air. — Câbles sous-marins.



## MATÉRIEL DE CANALISATIONS

Manchons de jonction, de branchement et de dérivation. — Boîtes à coupe-circuits. — Coffrets de branchement. — Boîtes de distribution, de dérivation et de prise de courant, etc...

## AUTRES FABRICATIONS

Chaudières — Machines et turbines à vapeur. — Moteurs à gaz et installations d'épuration de gaz. — Turbo-compresseurs — Turbines hydrauliques. — Machines pour l'industrie textile. — Machines et appareils pour l'industrie chimique. — Machines outils. — Petit outillage. — Grues électriques. — Cric et Vérins L.G. — Bascules. — Transmissions.

## LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

LÉON EYROLLES, ÉDITEUR

3, rue Thénard. — Paris (5<sup>e</sup>)

# LE GUIDE

## DE

# L'AMATEUR DE T.S.F.

*Le titre de cet ouvrage répond parfaitement à la réalité ; c'est effectivement un guide que les auteurs présentent au public sous une forme scientifique, qui ne se dément pas tout le long de ce livre ; c'est le même caractère scientifique qui différencie cet ouvrage de la plupart de ceux parus jusqu'à ce jour ; ce caractère s'affirme, non pas, comme on pourrait le croire, par l'utilisation de calculs compliqués, mais plutôt par une étude soignée, logique et surtout précise, quoique simple, des divers éléments qui constituent un appareil récepteur, éléments qui doivent être groupés d'une manière convenable, si l'on désire obtenir un ensemble bien construit et de rendement optimum.*

*Les auteurs se sont particulièrement proposé d'aboutir à la construction raisonnée des appareils ; c'est dire que les données pratiques constituent une grande part dans cet ouvrage ; ces données, établies d'une manière consciencieuse, arrivent dans un ordre logique et leur utilisation en vue de la construction est spécifiée par un nombre élevé d'exemples très précis, portant sur la réception des postes existants.*

*En définitive, de la lecture de cet ouvrage se dégage une idée directrice : celle d'aboutir à la construction raisonnée.*

**LIVRE I. — THÉORIE ÉLÉMENTAIRE ET CONSTRUCTION DES APPAREILS RÉCEPTEURS, par MM. VEAUX, Ingénieur en chef des P.T.T., et SANTONI, Inspecteur, tous deux attachés au service de la T.S.F. — Un vol., 16,5 x 25, de 460 pages, 330 figures et nombreux tableaux (3<sup>e</sup> édition).**

**SOMMAIRE.** — Introduction, Généralités. Introduction théorique élémentaire à l'étude de la T.S.F. et principalement de la réception. Notions générales d'électricité. Théorie élémentaire des phénomènes mis en jeu en T.S.F. Généralités sur la constitution des postes récepteurs.

Réception. Formalités à remplir pour être autorisé à installer un poste récepteur. Généralités sur la réception. Étude de l'organe capteur d'énergie. Antenne. Cadre. Étude du circuit oscillant. Construction des selfs. Selfs variables. Construction des condensateurs. Postes à galène.

Étude théorique élémentaire des lampes à 3 électrodes. Lampes génératrices d'oscillations entretenues. Étude des montages à réaction et à superréaction.

Qualités et défauts d'un poste récepteur. Les accessoires d'un poste récepteur à lampes. Construction d'un poste récepteur à lampes : à une seule lampe, à plusieurs lampes. Utilisation d'un secteur alternatif pour la production du courant de chauffage des lampes réceptrices. Étude des lampes bigrilles, etc.

Pr ..... 25 fr.

**LIVRE II. — PROCÉDÉS DIVERS DE MODULATION. CLASSIFICATION DES MONTAGES RÉCEPTEURS MODERNES, par M. VEAUX, Ingénieur en chef des P. T. T. au service de la T. S. F.**

**SOMMAIRE.** — Les procédés de modulation et de démodulation : Rappel d'un certain nombre de définitions. Divers procédés de modulation. La démodulation.

Classification et propriétés des montages modernes de réception : Classification des appareils récepteurs. Les postes de réception les plus simples. Les postes à réaction. Les montages Reflex. Les montages neutrodyne. La réception par la méthode superhétérodyne. Les applications de la lampe bigrille. Son utilisation en vue de l'obtention d'un changement de fréquence.

Pr ..... 12 fr.

## SOCIÉTÉ D'ÉTUDES

POUR

LIAISONS TÉLÉPHONIQUES & TÉLÉGRAPHIQUES  
A LONGUE DISTANCE

Siège Social : 25, rue du 4-Septembre, PARIS

BUREAUX ET LABORATOIRES : 51-53, RUE DE L'AMIRAL-MOUCHEZ, PARIS

Sociétés Fondatrices : S<sup>u</sup> Industrielle des Téléphones. — S<sup>u</sup> Alsacienne  
de Constructions Mécaniques. — Etabl<sup>ts</sup> Industriels Grammont.

## ÉTUDE — INSTALLATION — ENTRETIEN

DE CABLES A LONGUE DISTANCE (Système Pupin et Krarup)

DE BOBINES PUPIN, DE RELAIS AMPLIFICATEURS TÉLÉPHONIQUES

Réalisations des câbles, bobines Pupin et relais par les trois Sociétés fondatrices

ÉTUDE DE TOUS PROBLÈMES DE TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE ET TÉLÉGRAPHIQUE

## CABLES POSÉS :

Paris-Ste-Assise. — Lyon-St-Etienne. — Paris-Juvisy

Paris-Rouen-Le Havre. — Paris-Lille

## Association des Ouvriers en Instruments de Précision

SOCIÉTÉ ANONYME A CAPITAL VARIABLE

8 A 14, rue Charles-Fourier, PARIS (13<sup>e</sup>)Registre du Commerce : Seine, n<sup>o</sup> 31.707

## MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE

Postes téléphoniques

Machines à percer électriques

Tableaux et appareillage  
pour réseaux à batterie  
locale et centrale

A.O.P.

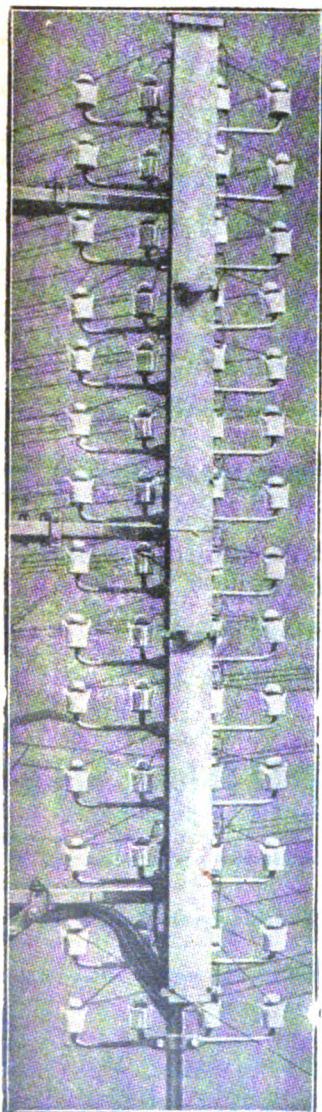
Tour de précision A. O. P.

Taraudeuse rapide "Percon"

Téléphone : Gobelins 17-99, 18 80, 40-58 — Adresse télégraphique : ASSOPRÉCI

NOTICES ET DEVIS SUR DEMANDE

# BOITES DE RACCORDEMENT MÉTALLIQUES *(Modèles déposés)*



*Boîte de 28 paires en service à Grenoble.*

## J. AUDIBERT

**1, rue Paul-Bert, GRENOBLE**

R. C. Grenoble : 931

Téléph. 28-55

**ÉTANCHES  
DURABLES  
ÉCONOMIQUES**

Approuvées par le Comité Technique  
des Postes et Télégraphes

**60.000 en Service France et Colonies**

Ces boîtes peuvent contenir, suivant les modèles,  
des plots de raccordement, des paratonnerres, des  
parafoudres, des réglettes tête de câble, à peigne  
noyé.

Renseignements, Catalogues, Echantillons  
envoyés gratuitement sur demande.

Modifications pour point de raccordement  
ou de concentration difficiles.

Etudes pour cas spéciaux.

**GROCHETS POUR SUSPENSION  
DE CÂBLE TÉLÉPHONIQUE AÉRIEN**  
(Modèle déposé)

**RÉPARTITEURS TÉLÉPHONIQUES**  
Système Poncet (mécanicien aux P.T.T.).

**OUTILLAGE SPÉCIAL ET ÉTUDE  
POUR ÉQUIPES**

Téléphone :  
CENTRAL 35.56  
56.82

**COMPAGNIE FRANÇAISE**  
DES

Adresse  
télégraphique :  
CABLES-PARIS

# CABLES TÉLÉGRAPHIQUES

*Société anonyme au Capital de 24.000.000 de francs*

**Siège Social : 53, rue Vivienne et 15, boulevard Montmartre, PARIS**

Registre du Commerce, n° 39.342 — Seine.

*La seule Compagnie Française de Câbles desservant New-York*

**RAPIDITÉ**      *Via P. Q.*      **EXACTITUDE**

**Trois Câbles Transatlantiques directs entre**  
**Brest et New-York ne touchant pas l'Angleterre**

*Ces 3 Câbles sont prolongés jusqu'à Paris par trois lignes télégraphiques desservies par des appareils à grand rendement*

*La Compagnie possède à PARIS, rue Vivienne, 53 (angle du boulevard Montmartre) un Bureau spécial où le public peut déposer pour l'Amérique des câblogrammes qui sont transmis de ce Bureau à New-York, dans des délais extrêmement courts ;*

**Bureau particulier au Havre P. Q.**

**Lignes directes vers Bordeaux, Lille, Lyon, Marseille, Nantes, etc...**

*Service vers les Etats-Unis, le Canada, les Amériques Centrale et du Sud.  
Service indépendant pour Haïti, Cuba, St-Domingue, Porto-Rico, les Antilles  
Françaises, Curaçao, Venezuela, Guyanes Française et Hollandaise*

**" P. Q. " TÉLÉGRAMMES TÉLÉPHONÉS " P. Q. "**

*(Réseau de Paris seulement)*

*Par le Réseau Général : le service des Câblogrammes téléphonés P. Q. permet au public d'obtenir sans se déplacer la même rapidité d'acheminement que si les câblogrammes étaient déposés au Bureau spécial P. Q., 53, rue Vivienne. Il donne de même la facilité d'avoir communication des câblogrammes reçus d'Amérique dès leur arrivée au Bureau de la Compagnie (Demander la notice spéciale).*

**Lignes privées**

*Des lignes privées directes pour l'échange des câblogrammes peuvent être établies entre le bureau de la Compagnie et les maisons qui le désirent.*

*(Pour tous renseignements s'adresser au Service Commercial de la Compagnie)*

**Par la Via P. Q. peuvent être échangées toutes les catégories de câblogrammes.**

**Inscrivez sur vos dépêches la mention Via P. Q. (non taxée)**

# POTEAUX & POTELETS

en  
TUBES CARRÉS

**LOUVROIL & RECOIGNIES**  
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 24.000.000 DE FRANCS

Siège Social :  
60, rue de la Victoire  
PARIS

Téléph. : Trudaine 16.19-19.65

Direction générale à Recquignies  
par Marpent (Nord)

Usines à { LOUVROIL (Nord)  
RECOIGNIES (Nord)  
HAUTMONT (Nord)

Reg. Com. : Seine, n° 92.764

## Chauvin & Arnoux

186-188, rue Championnet. Paris (XVIII<sup>e</sup>)  
Eleomeur - R.C. Paris 64.309 - Tél. Marcadet 05-52

### TOUS APPAREILS DE MESURES ÉLECTRIQUES

Tableau — Contrôle — Laboratoire

Voltmètre — Ampèremètre — Wattmètre —  
Phasemètre — Fréquencemètre — Synchronos-  
cope — Milliampèremètre — Millivoltmètre —  
Electromètre — Ohmmètres divers — Microhm-  
mètre — Mégohmmètre — Relais de précision —  
Relais sensible — Relais divers — Enregistreurs  
divers — Enregistreur extra sensible — Enre-  
gistreur photographique — Appareil étalon —  
Potentiomètre — Boîte de résistance — Ponts de  
Wheatstone — Thomson — Sauty — Anderson  
— Ponts pour l'étalonnage rapide des Self —  
Résistance — Capacité — Pyromètre (pour  
toutes températures) — Potentiomètre pour la  
mesure de la concentration en Ions hydrogène  
— Appareils de mesure médicaux — Appareils  
pour automobile et aviation — Appareils de me-  
sure pour télégraphie sans fil — Appareils de  
mesure pour haute fréquence, etc...



Demander la feuille générale

# LA MACHINE A AFFRANCHIR HAVAS

*agrée et adoptée par l'administration des P.T.T.*

**SIMPLIFIE LES OPÉRATIONS POSTALES**

**AU BUREAU DE POSTE ET CHEZ L'USAGER**

**EN SUPPRIMANT LES TIMBRES ET LEUR OBLITÉRATION**

**CONTROLE - SÉCURITÉ - ÉCONOMIE**

**RAPIDITÉ D'ACHEMINEMENT**

**GAIN DE TEMPS AU DÉPART**

**SUPPRESSION de la COMPTABILITÉ des TIMBRES**

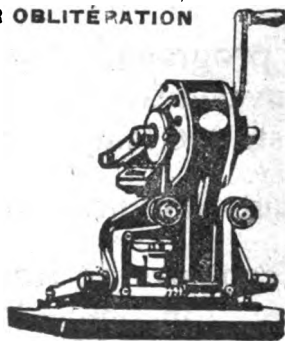
**PROPRETÉ - HYGIÈNE - PUBLICITÉ**

**RENSEIGNEMENTS ET DÉMONSTRATION :**

**AGENCE HAVAS**

**11, Boulevard des Italiens, PARIS — Tél. : LOUVRE 36-30**

**et dans ses succursales de provinces**



## LE DOCTEUR METAL

**vous présente sa NOUVELLE**

**lampe à filament à oxyde :**

**la**

**MICRO-MÉTAL D.Z. 813**

*A consommation égale*

**DÉTECTE ET AMPLIFIE**

*en haute Fréquence*

**avec un pouvoir DOUBLE**

Notre service technique est à votre disposition  
pour vous fournir sur l'utilisation de cette  
lampe tous les renseignements dont vous  
pourriez avoir besoin



# MÉTAL-RADIO

**41, Rue de la Boétie, PARIS**

# Un "*Radiola*" de Luxe à 6 lampes et à cadre pour 700 fr.

Le programme 1928-29 de "*Radiola*" comporte des nouveautés sensationnelles et entre autres le Sfer 28, poste à 6 lampes et à cadre au prix de. 700 fr.

Haut-Parleurs de qualité depuis. . . . 100 fr.

Récepteurs de très haut luxe donnant des résultats inconnus jusqu'à ce jour en T. S. F.

Phonographe radio-électrique fonctionnant avec tous disques (aiguille et saphir).

## Le nouveau Radiolavox 30 à 295 fr.

n'est égalé sur le marché que par des appareils d'un prix beaucoup plus élevé.

*La marque Radiola, propriété exclusive de la Société Française Radio-Electrique, est synonyme de qualité. Demandez-en les catalogues à ses agents et à*



**RADIOLA, 79, Boulevard Haussmann, PARIS**



# PILES "AD"

POUR TOUTES APPLICATIONS

## BATTERIES "AD"

de chauffage et tension plaque



CHARBONS POUR MICROPHONES

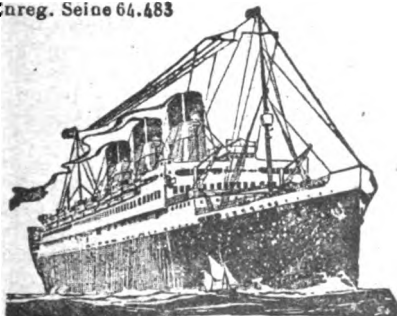
## BALAIS EN CHARBON et métallographitiques

POUR TOUTES MACHINES ELECTRIQUES

**LE CARBONE** Société Anonyme au Capital de 2.500.000 frs.  
37 A 41 RUE DE PARIS — GENNEVILLIERS — (SEINE.)

## C<sup>IE</sup> G<sup>LE</sup> TRANSATLANTIQUE

Reg. Seine 64.483



### SERVICES A PASSAGERS

**New-York** : Départ du Havre, chaque mercredi (service postal). — Nombreux départs supplémentaires le samedi. — Escalas à Plymouth par paquebots *Île-de-France, Paris, France*.

**CANADA** : Départs de Bordeaux toutes les deux semaines pour Halifax et New-York.

**Cuba-Le Mexique** : Départ postal mensuel de Saint-Nazaire. Nombreux départs supplémentaires.

**Cuba-Houston** : Départ mensuel sur Cuba et Houston (Texas), via les Canaries et les ports espagnols.

**Les Antilles — La Venezuela — La Colombie — Panama — Le Pacifique** : Départs réguliers du Havre, de Plymouth et de Bordeaux ou de Saint-Nazaire alternativement tous les quatorze jours.

**Baïli** : Départs mensuels du Havre et de Bordeaux.

**Maroc** : Départs tous les 10 jours de Bordeaux et de Casablanca.

**Algérie-Tunis** : Nombreux départs de Marseille pour : Alger, Oran, Tunis, Bizerte, Philippeville et Bône. Départs supplémentaires pendant l'été.

### SERVICES COMMERCIAUX

**ÉTATS-UNIS** : Départs du Havre et de Bordeaux pour Boston, Baltimore, Philadelphie, Nouvelle-Orléans, Galveston, etc...

**Le Mexique** : Départs d'Anvers, du Havre et de Bordeaux pour La Havane, Vera Cruz-Tampico.

**Les Antilles françaises et la Guyanne** : Départs du Havre, de Nantes et de Bordeaux.

**Nord et Sud-Pacifique** : Départs bi-mensuels d'Anvers, du Havre et de Bordeaux desservant les côtes du Pacifique, de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud.

**Le Maroc** : Départs de Rouen, du Havre, de Brest, de Nantes et de Bordeaux.

**L'Algérie et la Tunisie** : Départs d'Anvers, de Dunkerque, de Rouen, de Brest, de Nantes et de Bordeaux.

**Londres et Liverpool** : Départs fréquents de Nantes et de Bordeaux.

Pour tous renseignements, s'adres. : 6, rue Aubert, Paris, à la C<sup>ie</sup> G<sup>le</sup> TRANSATLANTIQUE  
ou à ses agences dans les différents ports français ou étrangers.

## LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

LÉON EYROLLES, ÉDITEUR

3, rue Thénard — Paris (5<sup>e</sup>)

## ACIERS A OUTILS

## PRÉPARATION RATIONNELLE DE L'OUTILLAGE

ET

SON UTILISATION MÉTHODIQUE

## SUR LES MACHINES-OUTILS

PAR

Le Commandant DENIS

Ancien Élève de l'École Polytechnique.  
Ingénieur conseil en matière d'outillage.*Un volume (16 × 25) de 54 pages et 14 figures. — Prix 8 francs.*

De tous les facteurs qui conditionnent la marche et la prospérité d'une entreprise industrielle, il n'en est pas de plus important que la nature, la qualité et l'utilisation de l'outillage. Sans doute, les frais d'amortissement des fonds immobiliers, les frais généraux proprement dits, les frais de fabrication et les frais spéciaux matières interviennent, pour une large part, dans l'établissement des prix de revient ; mais ces débours, si considérables soient-ils, on peut les considérer comme faciles à calculer et sensiblement les mêmes dans des entreprises normalement dirigées et d'égale importance.

L'écart devient, au contraire, très grand entre deux firmes utilisant : l'une, un outillage de fabrication ancienne, mal approprié aux exigences d'une spécialisation de plus en plus fractionnée et utilisée d'une manière empirique ; l'autre, un outillage scientifiquement sélectionné, fabriqué avec les aciers les plus aptes au travail à exécuter, rationnellement conçu et méthodiquement utilisé, de façon à s'user le moins vite et à produire, avec les moindres frais de main-d'œuvre, le rendement le plus avantageux.

Qu'un pareil outillage, constamment tenu en parfait état d'utilisation, coûte cher à acquérir, à entretenir et, au besoin, à renouveler, c'est indéniable ; mais l'amortissement des capitaux ainsi investis est tellement facilité par l'abaissement relatif du prix de revient, que l'entreprise soucieuse de ses intérêts ne peut hésiter, en l'état actuel de la concurrence économique, à porter le gros de ses efforts vers *La préparation rationnelle de l'outillage et son utilisation méthodique sur les machines-outils*.

Les principes suivant lesquels la main-d'œuvre s'estaylorisée, les conditions dans lesquelles la production en grande série s'est standardisée mettent aujourd'hui toute entreprise industrielle dans l'obligation de préparer scientifiquement et de réglementer strictement l'organisation de son travail. Aussi nous semble-t-il que la publication du présent ouvrage, *Aciers et Outils*, répond à l'un des plus urgents besoins de l'heure actuelle. Son auteur, le Commandant Denis, y a concilié, de la façon la plus heureuse, sa science d'ancien polytechnicien et sa compétence d'ingénieur-Conseil en matière d'outillage. Aucun industriel ne lira son livre sans trouver, tant pour la technique de l'outillage que pour la question économique de l'utilisation et de la rémunération de la main-d'œuvre, de fructueux enseignements.

# ACCUMULATEURS DININ

pour T. S. F. — STANDARDS TÉLÉPHONIQUES  
et toutes applications

## SOCIÉTÉ DES ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES

(Anciens Établissements Alfred DININ)

Société Anonyme au Capital de 10.000.000 de francs

18, rue de Cherbourg, NANTERRE (Seine)

Maison de vente à PARIS : 49, rue Saint-Ferdinand (XVII<sup>e</sup>)

Succursale à Lyon : 181, avenue de Saxe

# CABLES DE LYON

MANUFACTURE DE FILS ET CABLES ÉLECTRIQUES  
DE LA COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ S. A<sup>m</sup> CAP 100 VILLIONS

SIÈGE SOCIAL : 54, RUE LA BOÉTIE, PARIS

DIRECTION ET BUREAUX À LYON :

418-420, AVENUE JEAN-JAURÈS

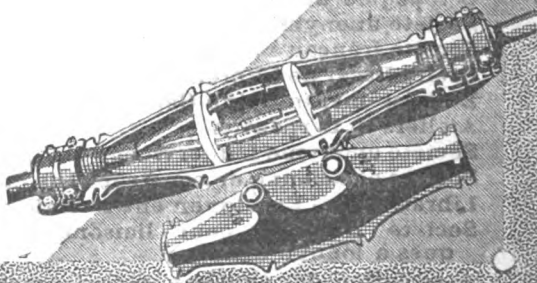
USINES : 41, RUE DU PRÉ GAUDRY, 41

SUCCURSALE À PARIS :

16, RUE DE LA BAUME, 16 — TÉLÉPHONE : ÉLYSÉES 45-96

AINS! QUE DANS LES PRINCIPALES VILLES DE FRANCE

Tous fils et câbles  
électriques isolés  
Accessoires pour  
réseaux souterrains



## SOCIÉTÉ ANONYME DES TUBES DE VALENCIENNES ET DENAIN

CAPITAL : 5.500.000 FRANCS

Siège social et Usine à VALENCIENNES (Nord)

Maison à Paris : 16 bis à 24, Passage d'Angoulême

Tubes soudés et sans soudure pour tous usages

TUBES CARRÉS  
pour lignes électriques

Adresser la correspondance à Valenciennes

Téléphone : 117 VALENCIENNES

R. C. Valenciennes 499

# MANUFACTURE DE FILS & CABLES ÉLECTRIQUES

Spécialités de Cordons pour Récepteurs, Combinés, Standards, etc...  
Cordons pour T.S.F.

## Établissements A. MEUNIER, VERGNAUD & C<sup>ie</sup>

*Société à responsabilité limitée — Capital 200.000 francs*

Fournisseur des P.T.T.

BUREAUX ET ATELIERS :

3, Rue Rigaud, 3

LE BOURGET (Seine)

REGISTRE DU COMMERCE :

SEINE n° 231.671

Téléphone : NORD 64-67

Gare : BOURGET-DRANCY

Tramways 52 et 78

## INDEX

|                                                                                            | Pages                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| DOCUMENTATION . . . . .                                                                    | D 51, D. 52, D. 53, D. 54 |
| BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES P.T.T. . . . .                                                | 8, 10, 12                 |
| Ecole Berlitz . . . . .                                                                    | 2                         |
| Société industrielle des Téléphones . . . . .                                              | 4                         |
| Le Matériel Téléphonique . . . . .                                                         | 6                         |
| Grammont . . . . .                                                                         | 9                         |
| Lignes télégraphiques et téléphoniques . . . . .                                           | 11                        |
| Société des Téléphones Ericsson . . . . .                                                  | 13                        |
| Forges et ateliers de constructions électriques de Jeumont . . . . .                       | 14                        |
| Compagnie des Téléphones Thomson Houston . . . . .                                         | 15                        |
| Société anonyme Siemens-France . . . . .                                                   | 16                        |
| Société française Gardy . . . . .                                                          | 17                        |
| Grand Bazar de l'Hôtel-de-Ville . . . . .                                                  | 18                        |
| Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon . . . . .                                            | 18                        |
| Ateliers J. Carpentier . . . . .                                                           | 19                        |
| Société anonyme Lidgerwood . . . . .                                                       | 20                        |
| Société alsacienne de constructions mécaniques . . . . .                                   | 21                        |
| Librairie de l'Enseignement technique . . . . .                                            | 22                        |
| Société d'Etudes pour liaisons téléphoniques et télégraphiques à longue distance . . . . . | 23                        |
| Association des ouvriers en instruments de précision . . . . .                             | 23                        |
| J. Audibert . . . . .                                                                      | 24                        |
| Compagnie française des câbles télégraphiques . . . . .                                    | 25                        |
| Louvroil et Recquignies . . . . .                                                          | 26                        |
| Chauvin et Arnoux . . . . .                                                                | 26                        |
| La machine à affranchir Havas . . . . .                                                    | 27                        |
| Compagnie des Lampes . . . . .                                                             | 27                        |
| Radiola . . . . .                                                                          | 28                        |
| Le Carbone . . . . .                                                                       | 29                        |
| Compagnie générale transatlantique . . . . .                                               | 29                        |
| Société des accumulateurs électriques . . . . .                                            | 31                        |
| Les Câbles de Lyon . . . . .                                                               | 31                        |
| Société anonyme des tubes de Valenciennes et Denain . . . . .                              | 31                        |
| Etablissements A. Meunier, Vergnaud et C <sup>ie</sup> . . . . .                           | 32                        |
| Ecole spéciale des Travaux publics . . . . .                                               | III                       |
| Société française des Appareils Creed . . . . .                                            | IV                        |

# ECOLE SPECIALE DES TRAVAUX PUBLICS DU BATIMENT ET DE L'INDUSTRIE

Léon EYROLLES, C.  I., Ingénieur-Directeur

12, 2. Du Sommerard et 3, 2. Thénard  
PARIS (V°)

Polygone et École d'Application  
ARCUEIL-CACHAN, près Paris

## 1° ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE

Reconnue par l'État, avec diplômes officiels d'Ingénieurs

1.000 Élèves par an — 110 Professeurs

QUATRE SPÉCIALITÉS DISTINCTES :

1° Ecole supérieure des  
Travaux publics

Diplôme d'Ingénieur des Travaux publics

3° Ecole supérieure de Mécanique  
et d'Électricité

Diplôme d'Ingénieur Électricien

2° Ecole supérieure du Bâtiment  
Diplôme d'Ingénieur Architecte

4° Ecole supérieure de Topographie  
Diplôme d'Ingénieur Géomètre

SECTION ADMINISTRATIVE :

Pour la préparation aux grandes administrations techniques

(Ingénieurs des Travaux publics de l'État, de la Ville de Paris, etc.)

## 2° " L'ÉCOLE CHEZ SOI "

(ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE)

25.000 Élèves par an — 213 Professeurs spécialistes

L'École des Travaux publics a créé en 1891, il y a trente-six ans, sous le nom d'ÉCOLE CHEZ SOI, l'Enseignement par Correspondance pour Ingénieurs et techniciens, qui est donné au moyen de Cours imprimés ayant une réputation mondiale et représentant, à eux seuls, le prix de l'enseignement.

La méthode d'Enseignement par Correspondance, l'ÉCOLE CHEZ SOI, n'a pas d'analogue et les diplômes d'Ingénieurs délivrés, bien que non officiels, ont la même valeur que ceux obtenus par l'ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE, sur laquelle elle s'appuie et qu'elle est seule à posséder.

SITUATIONS AUXQUELLES CONDUIT L'ENSEIGNEMENT

1° Situations Industrielles : Travaux publics — Bâtiment — Électricité — Mécanique — Métallurgie — Mines — Topographie.

2° Situations administratives : Ponts et chaussées et Mines — Postes et Télégraphes — Services vicinaux — Services municipaux — Génie rural — Inspection du Travail — Travaux Publics des Colonies — Compagnies de chemins de fer, etc.

Préparation spéciale : A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES, section des Rédacteurs Élèves.

AU CONCOURS POUR L'EMPLOI DE Rédacteurs dans les services extérieurs des Postes, Télégraphes, Téléphones et de contrôleur des P.T.T.

AU CONCOURS POUR LES EMPLOIS de surnuméraire des Postes, Télégraphes, Téléphones, de dame employée des Postes, Télégraphes, Téléphones, d'agent mécanicien de monteur, de chef d'équipe des Télégraphes et des Téléphones.

Envoi gratuit de : Notices, Catalogues et Programmes sur demande adressée à

## ECOLE DES TRAVAUX PUBLICS

12 et 12<sup>bis</sup>, rue Du Sommerard, Paris, (5<sup>e</sup>)



# **SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES APPAREILS CREED**

Société à responsabilité limitée au capital de 200.000 francs

JACPERS  
PARIS-TT

17, rue de Lancry, PARIS (X<sup>e</sup>)

NORD  
80.90

## **TELEGRAPHE RAPIDE IMPRIMEUR**

fonctionnant à une vitesse de 200 mots par minute



### **Nouvelle Perforatrice MURRAY type Baudot**

à clavier à quatre rangées pour l'application de la transmission automatique sur les circuits Baudot.

Ondulateurs Creed pour enregistrement des radiogrammes transmis  
à grande vitesse — Transmetteurs automatiques — Relais —  
Récepteur — Imprimeur, etc...

Fournisseurs des Gouvernements Français et Etrangers



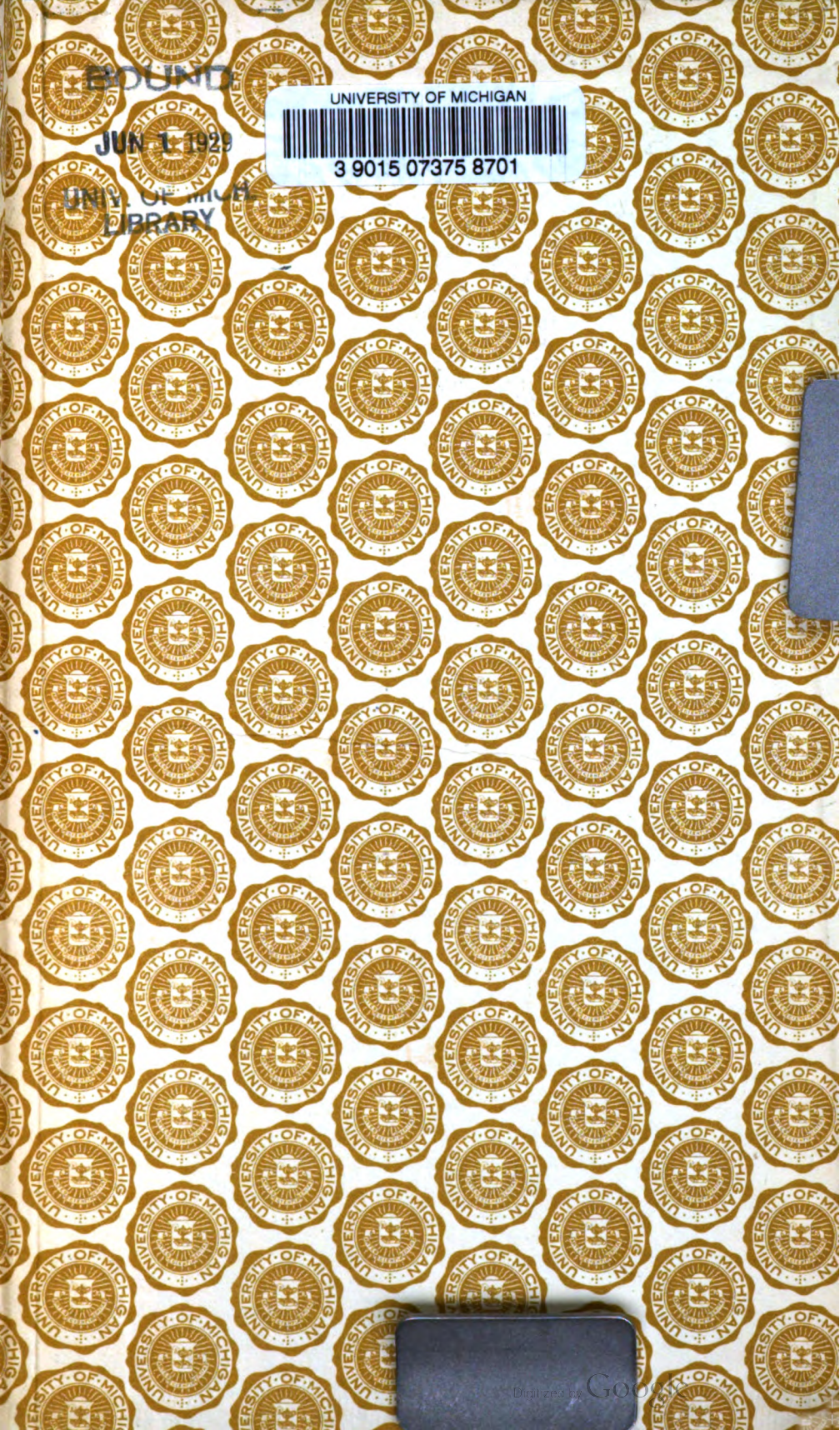












BOUND  
JUN 1 1929  
UNIVERSITY OF MICHIGAN  
LIBRARY

UNIVERSITY OF MICHIGAN



3 9015 07375 8701





